

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK *ETHYLENE*
DARI *REFINERY GAS*
DENGAN PROSES *THERMAL CRACKING*
KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN



Oleh:

Novan Dwi Kuncoro

I0506005

Nicolaus Nezha Nunez Mahasti

I0506033

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK *ETHYLENE* DARI *REFINERY GAS*
DENGAN PROSES *THERMAL CRACKING*
KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN

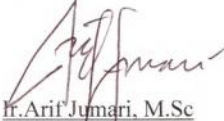
Oleh:



Novan Dwi Kuncoro
Nicolaus Nezha Nunez Mahasti

I 0506005
I 0506033

Pembimbing I

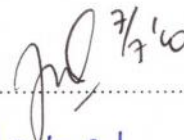
Pembimbing II


Ir. Arif Jumari, M.Sc
NIP. 19650315 199702 1 001


YC. Danarto, S.T., M.T. 
NIP. 19730827 200012 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Endang Kwartiningsih, S.T., M.T.
NIP. 19730306 199802 2 001
2. Ari Diana Susanti, S.T., M.T.
NIP. 19750123 200812 2 002

1. 
.....
2. 
.....

Disahkan

Ketua Jurusan Teknik kimia



Ir. Arif Jumari, M.Sc
NIP. 19650315 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan YME dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir beserta penulisan laporan tugas akhir dengan judul “PRARANCANGAN PABRIK *ETHYLENE* DARI *REFINERY GAS* DENGAN PROSES *THERMAL CRACKING* KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN” yang merupakan salah satu syarat guna meraih gelar Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian laporan kerja praktek ini:

1. Ir. Arif Jumari, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Arif Jumari M.Sc. dan YC Danarto S.T.,M.T. selaku pembimbing tugas akhir.
3. Endang Kwartiningsih S.T.,M.T. dan Ari Diana S., S.T.,M.T. selaku penguji dalam pendadaran tugas akhir.
4. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta atas segala bantuannya dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Semua pihak yang ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar.....	x
Intisari	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	4
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	6
1.3.1 Faktor Primer	6
1.3.2 Faktor Sekunder	8
1.4 Tinjauan Pustaka	10
1.4.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Etilen	10
1.4.2 Alasan Pemilihan Proses	13
1.4.3 Kegunaan Produk	13
1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia	13
1.4.5 Tinjauan Proses	16
BAB II DESKRIPSI PROSES	19
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	19
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	19
2.1.1.1 Refinery Gas	19
2.1.2 Spesifikasi Produk.....	19
2.1.2.1 Ethylene	19
2.1.2.2 Metana	20
2.1.2.3 LPG Butana.....	21
2.2 Konsep Proses.....	21

2.2.1	Dasar Reaksi	21
2.2.2	Mekanisme Reaksi	22
2.2.3	Tinjauan Termodinamika.....	23
2.2.4	Tinjauan Kinetika.....	24
2.2.5	Kondisi Operasi.....	26
2.3	Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses	26
2.3.1	Diagram Alir Proses.....	26
2.3.2	Tahapan Proses.....	30
2.3.2.1	Tahap Penyiapan Bahan Baku	30
2.3.2.2	Tahap Proses Reaksi.....	30
2.3.2.3	Tahap Pemurnian Produk.....	32
2.4	Neraca Massa.....	34
2.4.1	Neraca Massa Komponen pada Reaktor.....	34
2.4.2	Neraca Massa Komponen pada MD-101(De-methanizer)	35
2.4.3	Neraca Massa Komponen pada MD-102(De-ethanizer)	36
2.4.4	Neraca Massa Komponen pada MD-103(Ethylene Tower)	37
2.5	Neraca Panas.....	38
2.5.1	Neraca Panas MD-101(De-methanizer)	38
2.5.2	Neraca Panas MD-102(De-ethanizer)	38
2.5.3	Neraca Panas MD-103(Ethylene Tower)	39
2.5.4	Neraca Panas Reaktor.....	39
2.6	Lay Out Pabrik dan Peralatan.....	40
2.6.1	Lay Out Pabrik	40
2.6.2	Lay Out Peralatan.....	43
BAB III	SPESIFIKASI ALAT.....	46
3.1	Reaktor	46
3.2	Menara Destilasi	48
3.3	Condensor.....	50
3.4	Reboiler	52
3.5	<i>Heat Exchanger</i>	54
3.6	Tangki Akumulator.....	60

3.7 Tangki Penyimpan	61
3.8 Kompresor	62
3.9 Gas Expander.....	63
3.10 Pompa.....	64
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	66
4.1 Unit Pendukung Proses	66
4.1.1 Unit Pengadaan Air	68
4.1.1.1 Air umpan Boiler.....	68
4.1.2 Unit Refrigerasi.....	74
4.1.3 Unit Pengadaan Steam.....	76
4.1.4 Unit Pengadaan Udara Tekan	77
4.1.5 Unit Pengadaan Listrik	78
4.1.5.1 Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	78
4.1.5.2 Listrik untuk AC.....	80
4.1.5.3 Listrik untuk Laboratorium.....	80
4.1.5.4 Listrik untuk Penerangan	80
4.1.6 Unit Pengadaan Bahan Bakar	84
4.1.7 Unit Pengolahan Limbah	85
4.1.7.1 Limbah Padat	85
4.1.7.2 Limbah Cair	85
4.1.7.3 Limbah Gas	88
4.2 Laboratorium	89
4.2.1 Laboratorium Analitik.....	91
4.2.2 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	91
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	93
5.1 Bentuk Perusahaan	93
5.2 Struktur Organisasi	94
5.3 Tugas dan Wewenang	97
5.3.1 Pemegang Saham	97
5.3.2 Dewan Komisaris	98
5.3.3 Dewan Direksi.....	98

5.3.3.1 <i>Manufacturing Division</i>	99
5.3.3.2 <i>Finance Division</i>	101
5.3.3.3 <i>Development Division</i>	101
5.3.3.4 <i>Administration Division</i>	102
5.3.3.5 <i>Marketing Division</i>	103
5.3.4 Staf Ahli.....	103
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	104
5.4.1 Karyawan non <i>Shift</i>	104
5.4.2 Karyawan <i>Shift</i>	105
5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	107
5.5.1 Karyawan Tetap	107
5.5.2 Karyawan Harian.....	107
5.5.3 Karyawan Borongan (Kontraktor)	107
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	107
5.6.1 Penggolongan Jabatan	107
5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji.....	109
5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan	111
5.7.1 Gaji Pokok	112
5.7.2 Tunjangan	112
5.7.3 Cuti	112
5.7.4 Pakaian Kerja.....	112
5.7.5 Pengobatan.....	112
5.7.6 Asuransi Tenaga Kerja	112
5.8 Manajemen Perusahaan.....	113
5.8.1 Perencanaan Produksi.....	113
5.8.2 Pengendalian Produksi	114
BAB VI ANALISA EKONOMI	116
6.1 Penafsiran Harga Peralatan	116
6.2 Dasar Perhitungan.....	118
6.3 Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	119
6.4 Hasil Perhitungan.....	120

6.4.1	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	120
6.4.2	<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	121
6.4.3	<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	121
6.4.4	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	122
6.4.5	<i>Indirect manufacturing Cost (IMC)</i>	122
6.4.6	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	123
6.4.7	<i>Total manufacturing Cost (TMC)</i>	123
6.4.8	<i>General Expense (GE)</i>	123
6.4.9	<i>Total Production Cost (TPC)</i>	124
6.4.10	Analisa Kelayakan.....	124
Daftar Pustaka		128
Lampiran A Data Sifat Fisis.....		130
Lampiran B Neraca Massa.....		132
Lampiran C Neraca Panas.....		138
Lampiran D Reaktor		145

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Produksi <i>Refinery gas</i> di Pertamina.....	3
Tabel 1.2	Produksi dan Konsumsi Produk Petrokimia nasional.....	4
Tabel 1.3	Kelebihan dan Kekurangan Proses Pembuatan <i>Ethylene</i>	5
Tabel 4.1	Kebutuhan air untuk steam.....	69
Tabel 4.2	Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan utilitas.....	79
Tabel 4.3	Jumlah <i>lumen</i> berdasarkan luas bangunan.....	81
Tabel 4.4	Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	83
Tabel 5.1	Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i>	106
Tabel 5.2	Jumlah Karyawan Menurut Jabatan.....	109
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat.....	117
Tabel 6.2	<i>Fixed Capital Invesment</i>	120
Tabel 6.3	<i>Working Capital Investment</i>	121
Tabel 6.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	122
Tabel 6.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	122
Tabel 6.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	123
Tabel 6.7	<i>General Expense</i>	123
Tabel 6.9	Analisa Kelayakan.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1	Lokasi Pabrik <i>Ethylene</i>	10
Gambar 2-1	Diagram Alir Proses.....	27
Gambar 2-2	Diagram Alir Kualitatif.....	28
Gambar 2-3	Diagram Alir Kuantitatif.....	29
Gambar 2-4	Tata Letak Pabrik <i>Ethylene</i>	42
Gambar 2-5	Layout Peralatan.....	45
Gambar 4-1	Diagram Alir Penyediaan Air.....	73
Gambar 4-2	Diagram Sistem Refrigerasi.....	76
Gambar 4-3	Diagram Pengolahan Air Limbah.....	86
Gambar 5.1	Struktur organisasi pabrik <i>Ethylene</i>	97
Gambar 6.1	Grafik Linierisasi Index Harga.....	117
Gambar 6.2	Grafik Analisa Kelayakan.....	126

INTISARI

Novan Dwi Kuncoro, Nicolaus Nezha Nunez Mahasti, 2010, Prarancangan Pabrik *Ethylene* dari *Refinery Gas* dengan Proses *Thermal Cracking* Kapasitas 400.000 Ton/Tahun, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Pabrik *Ethylene* dari *Refinery Gas* dengan Proses *Thermal Cracking* kapasitas 400.000 ton/tahun akan didirikan di Kabupaten Bontang Kalimantan Timur dikarenakan dekat dengan lokasi bahan baku. Bahan baku yang berupa *Refinery Gas* sebesar 3.800.286 ton/tahun didapatkan dari PT Badak NGL Bontang.

Proses pembuatan *ethylene* melalui berbagai tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi dan tahap pemurnian produk. Tahap persiapan bahan baku dilakukan pada proses dan alat yang sama dengan pemurnian produk karena senyawa-senyawa yang terbentuk dalam reaksi sama dengan kandungan bahan baku. Pemurnian bahan baku dan produk dilakukan dalam 3 macam menara destilasi, yaitu *de-methanizer* untuk menghilangkan metana, *de-ethanizer* untuk menghilangkan etana, dan *ethylene tower* untuk memurnikan bahan baku etana dan produk etilen. Reaksi dilakukan dalam *Plug Flow Multitube Reactor*. Reaksi berlangsung pada fase gas dengan tekanan atmosferis dan suhu 727 – 1027 °C. Produk keluar reaktor digabungkan dengan arus masuk *refinery gas* untuk kemudian dilakukan proses pemurnian produk dan bahan baku.

Proses pemurnian produk dan bahan baku dilakukan pada tekanan tinggi dan suhu rendah. Oleh karena itu dibutuhkan sistem refrigerasi. Sistem refrigerasi yang digunakan adalah sistem refrigerasi *cascade* karena proses berlangsung pada suhu yang sangat rendah mencapai -93°C. Refrigeran yang digunakan adalah *MCR (Multi Component Refrigerant)* untuk mendinginkan fluida proses dan refrigeran propena untuk mendinginkan *MCR*.

Proses produksi pabrik dilengkapi dengan unit-unit pendukung yang terkumpul dalam unit utilitas. Unit utilitas meliputi unit pengadaan steam, unit pengadaan air, unit pengadaan listrik, unit refrigerasi, unit pengadaan udara tekan, dan unit pengolahan limbah.

Pabrik *ethylene* direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas. Pertimbangan ini didasarkan atas tingkat resiko yang harus ditanggung pemilik saham perusahaan. Sedangkan manajemennya menggunakan sistem *line and staff*.

Pabrik *ethylene* dapat dinyatakan layak secara ekonomi. Hal ini dapat dilihat dari berbagai parameter, yaitu BEP sebesar 41,86%, ROI 66%, POT 1,32 tahun, SDP 26,34%, dan DCF 25,91%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Memasuki era perdagangan bebas, Indonesia dituntut untuk mampu bersaing dengan negara lain dalam bidang industri. Perkembangan industri di Indonesia sangat berpengaruh terhadap ketahanan ekonomi Indonesia. Sektor industri kimia banyak memegang peranan dalam memajukan perindustrian di Indonesia. Inovasi proses produksi maupun pembangunan pabrik yang baru yang berorientasi pada pengurangan ketergantungan kita pada produk luar negeri maupun untuk menambah devisa negara sangat diperlukan, salah satunya dengan penambahan pabrik *ethylene*.

Etena (*ethylene*) adalah senyawa kimia yang memiliki rumus C_2H_4 yang memiliki sifat-sifat : olefin paling ringan, tidak berwarna, tidak berbau, dan mudah terbakar.(Kirk Othmer) Adapun penggunaan etena dalam dunia industri cukup luas antara lain: sebagai bahan baku industri kimia *ethylene* oksida, *polyethylene*, *ethylene* benzene, vinilklorida, dan *ethylene* glikol

Saat ini, total kapasitas produksi *ethylene* sebagai bahan baku *polyethylene* (PE) yang digunakan oleh industri pengolahan plastik milik Chandra Asri berkisar 600.000 ton per tahun.

Pemerintah semula berharap fasilitas *refinery* Chandra Asri dapat segera ditambah untuk mengurangi ketergantungan impor *ethylene* yang

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

setiap tahun menembus 996.000 ton. (Inaplas: Asosiasi Industri Olefin, Aromatik dan Plastik Indonesia, 2009).

Di PT. Chandra Asri *ethylene* diproduksi dari bahan baku berupa nafta, karena persaingan dengan sektor energi, maka untuk mendapatkan bahan baku tersebut semakin lama semakin sulit sehingga harus mengimpor dari luar negeri sehingga mulai dicari alternatif bahan baku lainnya. Salah satu alternatif yang kini mulai dipertimbangkan adalah *refinery gas*. *Refinery gas* adalah gas sisa proses dalam pabrik pencairan gas ataupun dari kilang minyak. Gas tersebut biasanya hanya digunakan sebagai *fuel gas* untuk bahan bakar *boiler* maupun *furnace*. Seringkali jumlah gas ini cukup besar sehingga hanya dibuang dengan dibakar di dalam *flare*.

Berikut adalah kapasitas *refinery gas* yang dihasilkan oleh Indonesia dari tahun 2000-2007.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Tabel 1.1 Produksi *Refinery gas* di Pertamina

Tahun	Produksi (ribu ton)
2000	410
2001	691
2002	909
2003	807
2004	855
2005	686
2006	691
2007	657

(undata, 2009)

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka pabrik *ethylene* layak didirikan karena:

1. Dapat menambah devisa negara, dengan adanya pabrik *ethylene* ini, diharapkan dapat mengurangi jumlah impor *ethylene* untuk memenuhi kebutuhan *ethylene* dalam negeri.
2. Membuka lapangan kerja baru untuk penduduk di sekitar wilayah industri yang akan didirikan

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan kapasitas pabrik *ethylene*. Penentuan kapasitas pabrik dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. Kebutuhan *ethylene* dalam negeri

Kebutuhan *ethylene* yang dibutuhkan dan diproduksi di Indonesia dari tahun 2009 dan 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Produksi dan Konsumsi Produk Petrokimia nasional (ribu ton)

	Produksi tahun 2009	Konsumsi tahun 2009	Produksi tahun 2015	Konsumsi tahun 2015
Ethylene	600	1.516	1.700	2.610

(Departemen Perindustrian, 2009)

Dari Tabel 1.2 terlihat bahwa kebutuhan *ethylene* Indonesia pada tahun 2015 mencapai 2,610 juta ton.

2. Produksi *ethylene* dalam negeri

Saat ini, total kapasitas produksi *ethylene* sebagai bahan baku *polyethylene* (PE) yang digunakan oleh industri pengolahan plastik milik Chandra Asri berkisar 600.000 ton per tahun

3. Ketersediaan bahan baku

Untuk menjamin kontinuitas produksi pabrik, bahan baku harus mendapat perhatian yang serius dengan tersedia secara periodik dalam jumlah yang cukup.

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *ethylene* adalah *refinery gas* yang diperoleh dari PT. Badak NGL Bontang yang mencapai 5,4 juta ton/tahun.

4. Kapasitas pabrik yang sudah ada

Sejauh ini sudah ada beberapa plant *ethylene* di dunia, diantaranya Chandra Asri di Indonesia sebesar 600.000 ton/tahun, Linde Engineering di Bandar Imam Iran 1,2 juta ton/tahun, Ras Laffan Olefins Company Limited (RLOC) di Qatar sebesar 1,6 juta ton/tahun.

Dari data di atas, perkiraan konsumsi *ethylene* pada tahun 2015 adalah 2.610.000 ton dan perkiraan produksi *ethylene* yang sudah ada pada tahun tersebut hanya mencapai 1.700.000 ton, sehingga terdapat ketergantungan impor sebesar 910.000 ton. Karena pertimbangan dari ketersediaan bahan baku yang tersedia, maka ditentukan kapasitas perancangan sebesar 400.000 ton. Kapasitas perancangan ini dimaksudkan untuk memenuhi setidaknya 40 % kebutuhan impor *ethylene* sehingga membutuhkan bahan baku sebesar 3,6 juta ton/ tahun.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan pabrik tersebut. Untuk itu sebelum mendirikan suatu pabrik perlu dilakukan suatu *survey* untuk mempertimbangkan faktor-faktor penunjang yang saling berkaitan. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan untuk menentukan lokasi pabrik agar secara teknis dan ekonomis pabrik yang didirikan akan menguntungkan antara lain: sumber bahan baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air, jenis transportasi, kebutuhan tenaga kerja, perluasan areal pabrik, keadaan masyarakat, karakteristik lokasi, kebijaksanaan pemerintah dan buangan pabrik.

Pabrik *ethylene* akan didirikan di kawasan industri kota Bontang Kalimantan Timur. Adapun faktor-faktor yang harus dipertimbangkan adalah sebagai berikut :

1.3.1 Faktor Primer

Faktor Primer ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau sedangkan pabrik masih memperoleh keuntungan yang wajar. Faktor primer meliputi :

a. Penyediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku merupakan faktor yang paling penting dalam pemilihan lokasi pabrik terutama pada pabrik yang membutuhkan bahan baku dalam jumlah besar. Hal ini dapat mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan sehingga perlu diperhatikan harga bahan baku, jarak dari sumber bahan baku, biaya transportasi, ketersediaan bahan baku yang berkesinambungan dan penyimpanannya. Bahan baku *refinery gas* diperoleh dari PT.Badak NGL Bontang yang merupakan salah satu pabrik gas terbesar di Indonesia.

b. Pemasaran Produk

Pemasaran produk *ethylene* yang akan didirikan ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, diantaranya akan dijual ke beberapa pabrik yang menggunakan *ethylene* sebagai bahan bakunya diantaranya : Sedangkan hasil samping yang berupa gas metana 90% akan dijual ke PT.Badak NGL untuk akhirnya dicairkan menjadi LNG, sedangkan hasil samping yang berupa butana 94% akan dijual sebagai LPG ke Pertamina Balikpapan.

c. Sarana Transportasi

Sarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan penjualan produk. Untuk penyediaan bahan baku, penjualan produk samping metana digunakan sistem perpipaan langsung dengan PT.Badak NGL, untuk penjualan produk utama *ethylene*

digunakan kapal laut, dan untuk penjualan hasil samping LPG digunakan jalur darat dengan truk tangki.

d. Utilitas

Perlu diperhatikan sarana – sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik dan sarana lainnya sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Kebutuhan air proses diambil dari air sumur. Sedangkan unit pengadaan listrik dipenuhi oleh pembangkit listrik milik pabrik sendiri dan bahan bakar dapat diambil dari sisa gas proses.

e. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin – mesin produksi dan juga bagian pemasaran dan administrasi. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Balikpapan, Samarinda, dan sekitarnya.

1.3.2. Faktor Sekunder

a. Perluasan Areal Pabrik

Kota Bontang memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena mempunyai areal yang cukup luas. Hal ini perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk, akan menuntut adanya perluasan pabrik.

b. Karakteristik Lokasi

Lokasi pabrik terletak di tepi pantai dalam dan dilindungi pulau-pulau kecil di depannya sehingga pantai menjadi tenang dan terhindar dari

ombak besar. Ini memungkinkan proses loading *ethylene* ke kapal dapat berjalan dengan aman

c. Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah Kota Bontang akan mengembangkan industri maka Pemerintah sebagai fasilitator akan memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak, dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

d. Kemasyarakatan

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Bontang dirasa tepat untuk didirikan Pabrik *Ethylene*.

e. Buangan Pabrik

Buangan air limbah yang berasal dari proses bisa dialirkan kembali ke laut dengan diolah terlebih dahulu di *Waste Water Treatment* hingga memenuhi baku mutu lingkungan.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Berikut adalah lokasi pendirian pabrik *ethylene*:



Gambar 1-1 Lokasi Pabrik *Ethylene*

1.4 Tinjauan Pustaka

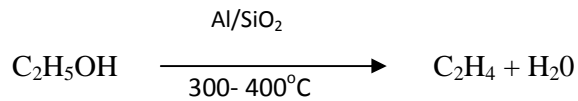
1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan *Ethylene*

1. Proses Dehidrasi Etanol

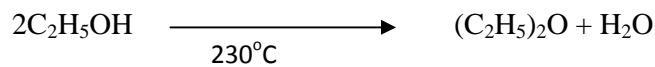
Proses ini telah ditemukan pada abad XVII ketika pertama kali diketahui bahwa *ethylene* bisa dibuat dari etanol yang dipanaskan bersama alumina dan silika. Pada saat sekarang katalis alumina dan asam fosfat adalah yang paling sesuai untuk digunakan dalam industri. Produk dari dehidrasi etanol adalah *ethylene* sebagai produk utama dan eter sebagai hasil reaksi lebih lanjut

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Reaksi :



Etanol	etena	air
--------	-------	-----



Etanol eter air

Eter terbentuk pada suhu sekitar 230 °C sementara pada suhu 300-400 °C *yield* etena mencapai 94-99 %. Reaktor bekerja secara isothermal dalam pipa-pipa yang dipanaskan. Pemurnian lebih lanjut diperlukan untuk menghilangkan senyawa aldehid, asam-asam, CO₂, dan air. (Ludwig, Kniel, 1980)

2. Proses Perengkahan dengan panas (*Thermalcracking*)

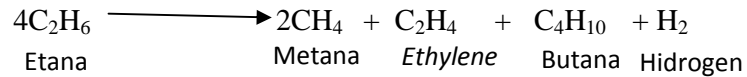
Reaksi perengkahan merupakan reaksi pemecahan rantai karbon pada suhu yang cukup tinggi. Reaksi dilakukan dalam reaktor pipa atau langsung di dalam suatu furnace. Reaksi perengkahan terjadi pada suhu di atas 637°C tanpa katalis dan tekanan atmosferis. Setelah keluar dari reaktor, produk didinginkan secara mendadak dan kemudian dimurnikan untuk mendapatkan produk dengan kemurnian yang diinginkan. Pada proses ini pengaturan kondisi operasi, terutama pengaturan pemberian panas, sangat diperhatikan dimaksudkan agar pembentukan produk yang diinginkan dapat maksimal. Suhu produk keluar sekitar 1800°F (850°C) didinginkan mendadak pada alat penukar panas hingga suhu di bawah

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

suhu 640 °C. Untuk proses pemurnian produk dilakukan pada suhu rendah.

(Rase, HF., 1977)

Reaksi :



Tabel 1.3 Kelebihan dan Kekurangan Proses Pembuatan *Ethylene*

Proses	Kondisi Operasi	Kelebihan	Kekurangan
Dehidrasi Etanol	300-400°C	- Bahan baku dapat diperbarui - Suhu operasi relatif lebih rendah	Harga bahan baku lebih mahal daripada harga produk
<i>Thermal Cracking</i>	1 atm 1000 K	Harga bahan baku murah karena merupakan limbah	operasi berlangsung pada suhu tinggi

1.4.2 Alasan Pemilihan Proses

Dari kedua proses pembuatan *ethylene* di atas, maka dipilih proses pembuatan *ethylene* dari etana dengan cara *thermal cracking*. Pertimbangan pemilihan proses ini adalah :

1. Harga bahan baku yang murah, karena bahan baku merupakan limbah
2. Bahan baku mudah diperoleh

1.4.3 Kegunaan Produk

Adapun kegunaan produk utama *ethylene* adalah sebagai berikut :

1. Bahan baku pembuatan *polyethylene*
2. Bahan baku pembuatan *ethylene* glikol
3. Sebagai refrigeran
4. Bahan baku pembuatan *ethylene* oksida

Sedangkan kegunaan produk samping yang berupa metana dan butana adalah sebagai bahan bakar.

1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia

Sifat Fisika Metana (Perry, 1997)

- Wujud : gas
- Berat molekul : 16,043 gr/mol
- Titik beku : 90,7 K
- Titik didih : 117,7 K
- Suhu kritis : 190,6 K
- Tekanan kritis : 45,4 atm

Sifat Kimia Metana

- Merupakan Senyawa kovalen nonpolar
- Mudah terbakar

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Sifat Fisika Etana (Perry, 1997)

- Wujud : gas
- Berat molekul : 30,070 gr/mol
- Titik beku : 89,8 K
- Titik didih : 184,5 K
- Suhu kritis : 305,4 K
- Tekanan kritis : 48,2 atm

Sifat Kimia Etana

- Merupakan senyawa kovalen nonpolar
- Mudah terbakar
- Dengan asam halogen akan mengalami reaksi adisi

Sifat Fisika Propana (Perry 1997)

- Wujud : gas
- Berat molekul : 44,097 gr/mol
- Titik beku : 85,5 K
- Titik didih : 231,1 K
- Suhu kritis : 369,8 K
- Tekanan kritis : 41,9 atm

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Sifat Kimia Propana

- Merupakan senyawa kovalen nonpolar
- Mudah terbakar
- Memiliki ikatan tunggal

Sifat Fisika *Ethylene* (Perry 1997)

- Wujud : gas
- Berat molekul : 28,054 gr/mol
- Titik beku : 104 K
- Titik didih : 169,4 K
- Suhu kritis : 282,4 K
- Tekanan kritis : 49,7 atm

Sifat kimia *ethylene* (Kirk Othmer)

- Merupakan Senyawa olefin paling ringan
- Mudah terbakar

Sifat Fisika Butana (Perry 1997)

- Wujud : gas
- Berat molekul : 58,124 gr/mol
- Titik beku : 134,8 K
- Titik didih : 272,7 K
- Suhu kritis : 425,2 K

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

- Tekanan kritis : 37,5 atm

Sifat Kimia Butana

- Memiliki ikatan tunggal
- Mudah terbakar

Sifat Fisika Hidrogen (Perry 1997)

- Wujud : gas
- Berat molekul : 2,018 gr/mol
- Titik beku : 14 K
- Titik didih : 20,4 K
- Suhu kritis : 33,2 K
- Tekanan kritis : 12,8 atm

Sifat Kimia Hidrogen

- Mudah terbakar
- Dengan oksigen akan membentuk air

1.4.5 Tinjauan Proses

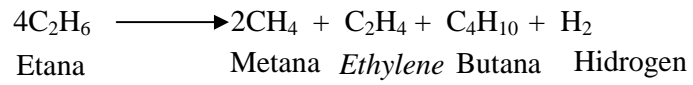
Fresh feed yang berupa *refinery gas* (terdiri dari 66.5%CH₄, 33.07%C₂H₆, 0.43%C₃H₈), digabung dengan arus keluar reaktor R-101 kemudian dikompresi bertingkat. Arus ini dimasukkan dalam MD-101 (de-methanizer) untuk menghilangkan metana dan hidrogen *De-*

methanizer beroperasi pada tekanan 30 atm, suhu atas -93°C , dan suhu bawah 16°C . Hasil atas *de-methanizer* yang berupa campuran 9% Hidrogen, 90.5% metana dan 0.5% *ethylene* dikeluarkan sebagai by product. Sedangkan hasil bawah *de-methanizer* yang berupa campuran fraksi berat dimasukkan ke dalam MD-102 (*de-ethanizer*). Dalam *de-ethanizer* fraksi C2 dipisahkan menjadi hasil atas dan C3, C4 sebagai hasil bawah. *De-ethanizer* beroperasi pada tekanan 30 atm, suhu atas -8.47°C , suhu bawah 111.15°C . Hasil bawah *de-ethanizer* digunakan sebagai pemanas dalam ekspansi bertingkat untuk selanjutnya digunakan sebagai fuel gas. Hasil atas *deethanizer* yang berupa sedikit metana, *ethylene*, etana, dan sedikit propana dimasukkan dalam (MD-103) *ethylene tower* untuk memisahkan *ethylene* dan etana. *Ethylene tower* beroperasi pada tekanan 15 atm, suhu atas -37.5°C , dan suhu bawah -16.5°C . Hasil atas *ethylene tower* berupa 99,95% *ethylene*, 0,01% metana, dan 0,04% etana diambil sebagai produk utama. Sedangkan hasil bawah *ethylene tower* yang berupa 99,95% etana, 1% *ethylene* dan 4% propana, diekspansi secara bertingkat untuk kemudian dimasukkan dalam reaktor untuk mereaksikan etana menjadi *ethylene*.

Reaktor berupa reaktor alir pipa dengan tube pemanas beroperasi pada tekanan atmosferis secara nonisothermal non adiabatic pada kisaran suhu 1000-1600K. Reaksi berlangsung secara endotermis pada suhu 1300 K. Sebagai penyuplai panas reaksi digunakan flue gas dari hasil pembakaran fuel gas di dalam furnace.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Reaksi :



Hasil keluar reaktor yang berupa *ethylene*, hidrogen, metana, butana, sisa etana, dan impuritas propilen kemudian digabungkan dengan fresh feed.

BAB II
DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

2.1.1.1 Refinery gas

- Komposisi

Metana : 66.5 %

Etana : 33.07%

Propana : 0.43 %

- Kondisi

Tekanan : 32 atm

Suhu : 70°C

Fase : gas

T bubble : -77 °C

T dew : -42 °C

2.1.2 Spesifikasi Produk

2.1.2.1 *Ethylene*

- Komposisi

Ethylene : 99.95%

Metana : 0.01%

Etana : 0.04%

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

- Kondisi

Tekanan : 15 atm

Suhu : -75°C

Fase : cair

T bubble : -75°C

T dew : -37°C

2.1.2.2 Metana

- Komposisi

Hidrogen : 9%

Metana : 90.5%

Ethylene : 0.5%

- Kondisi

Tekanan : 30 atm

Suhu : -93°C

Fase : gas

T bubble : -93°C

T dew : -73°C

2.1.2.3 LPG Butana

- Komposisi

Butana : 94.54%

Propana : 4.9%

Etana : 0.56%

- Kondisi

Tekanan : 30 atm

Suhu : 37°C

Fase : cair

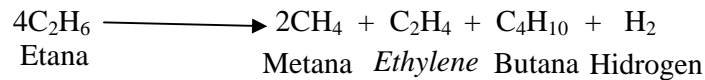
T bubble : 111,2°C

T dew : 130°C

2.1 Konsep Proses

2.1.1 Dasar Reaksi

Proses pembuatan *ethylene* dari etana dengan thermal cracking berlangsung dengan memutus ikatan C-H dalam etana hingga terbentuk *Ethylene* dengan C ikatan rangkap. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Reaksi berlangsung fase gas dalam reaktor alir pipa. Reaksi berlangsung endotermis sehingga perlu adanya suplai panas yang berasal dari flue gas hasil pembakaran fuel gas dalam furnace.

Reaksi dilakukan pada suhu 1300 K dan tekanan 1 atm tanpa bantuan katalis.

2.2.2 Mekanisme Reaksi

Reaksi pembentukan *Ethylene* dari etana berlangsung dalam 3 tahapan yaitu :

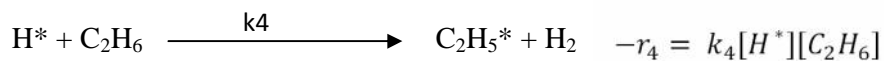
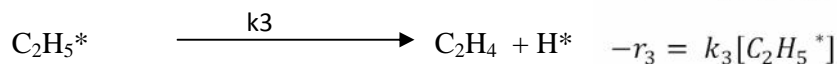
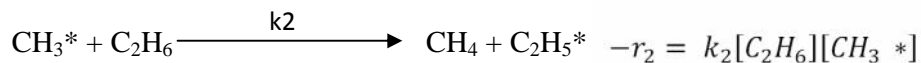
1. Inisiasi : pembentukan intermediet aktif
2. Propagasi atau *Chain Transfer I* : Interaksi antara intermediet aktif dengan reaktan atau produk untuk menghasilkan intermediet aktif yang lain.
3. Terminasi : deaktivasi dari intermediet aktif

Reaksi akan berlangsung sebagai berikut

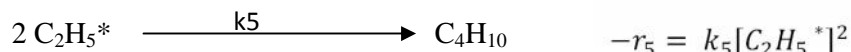
Inisiasi :



Propagasi :



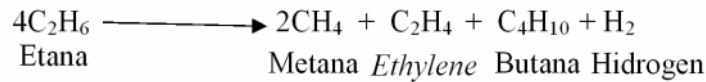
Terminasi :



2.2.3 Tinjauan Termodinamika

Dalam pembuatan *ethylene* tinjauan termodinamika diperlukan untuk mengetahui apakah reaksi dapat berlangsung, merupakan reaksi kesetimbangan atau reaksi searah, eksotermis atau endotermis. Hal seperti ini sangat penting untuk diketahui dalam proses perancangan reaktor.

Untuk reaksi :



$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{CH}_4 = -74.520 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{C}_2\text{H}_6 = -83.820 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{C}_2\text{H}_4 = 52.510 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{H}_2 = 0 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{C}_4\text{H}_{10} = -125.790 \text{ J/mol}$$

(Van Ness, 2001)

Sehingga ΔH reaksinya,

$$\Delta H_{R298}^{\circ} = \Delta H_{f\text{produk}}^{\circ} - \Delta H_{f\text{reaktan}}^{\circ}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{R298}^{\circ} &= [\Delta H_{f298}^{\circ} \text{C}_2\text{H}_4 + 2. \Delta H_{f298}^{\circ} \text{CH}_4 + \Delta H_{f298}^{\circ} \text{H}_2 + \Delta H_{f298}^{\circ} \text{C}_4\text{H}_{10}] \\
 &\quad - 4. \Delta H_{f298}^{\circ} \text{C}_2\text{H}_6 \\
 &= [(52.510) + 2. (-74.520) + 0 + (-125.790)] - 4. (-83.820) \\
 &= 112.960 \text{ J/mol}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat terlihat bahwa harga $\Delta H > 0$ sehingga reaksi merupakan reaksi endotermis.

-
-
-
-

(Van Ness, 2001)

$$= -58530 \text{ J/mol}$$

Dari Smith Van Ness equation (15.14)

Karena harga konstanta kesetimbangan yang cukup besar, maka reaksi pembentukan *Ethylene* merupakan reaksi irreversible.

2.2.4 Tinjauan Kinetika

Persamaan kecepatan pembentukan *Ethylene* :

$$- \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan kecepatan pembentukan intermediet :

$$- \quad - \quad - \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\dots\dots\dots(3)$$

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

$$- \dots\dots\dots(4)$$

Memasukkan persamaan kecepatan reaksi dalam persamaan (4)

$$- \dots\dots\dots(5)$$

Menambahkan persamaan (2) dan (3)

$$- = 0$$

$$- \dots\dots\dots(6)$$

Memasukkan persamaan (6) ke persamaan (1)

$$- \dots\dots\dots(7)$$

Kecepatan reaksi berkurangnya etana :

Masukkan persamaan kecepatan reaksi dalam persamaan (3)

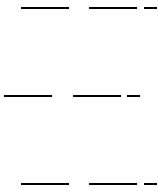
$$- \dots\dots\dots$$

Persamaan reaksi berkurangnya etana menjadi :

$$- \dots\dots\dots(8)$$

Dengan :

$$- \dots\dots\dots$$



(Fogler, 1999)

2.2.5 Kondisi Operasi

Kondisi operasi sangat menentukan jalannya proses dan produk yang dihasilkan. Pada perancangan ini dipilih kondisi operasi :

Suhu : 727 - 1027 °C

Tekanan : 1 atm

Fase reaksi : gas

(Fogler,1999)

Pada kondisi operasi ini diperoleh konversi total 95%.

(Smith, 2005)

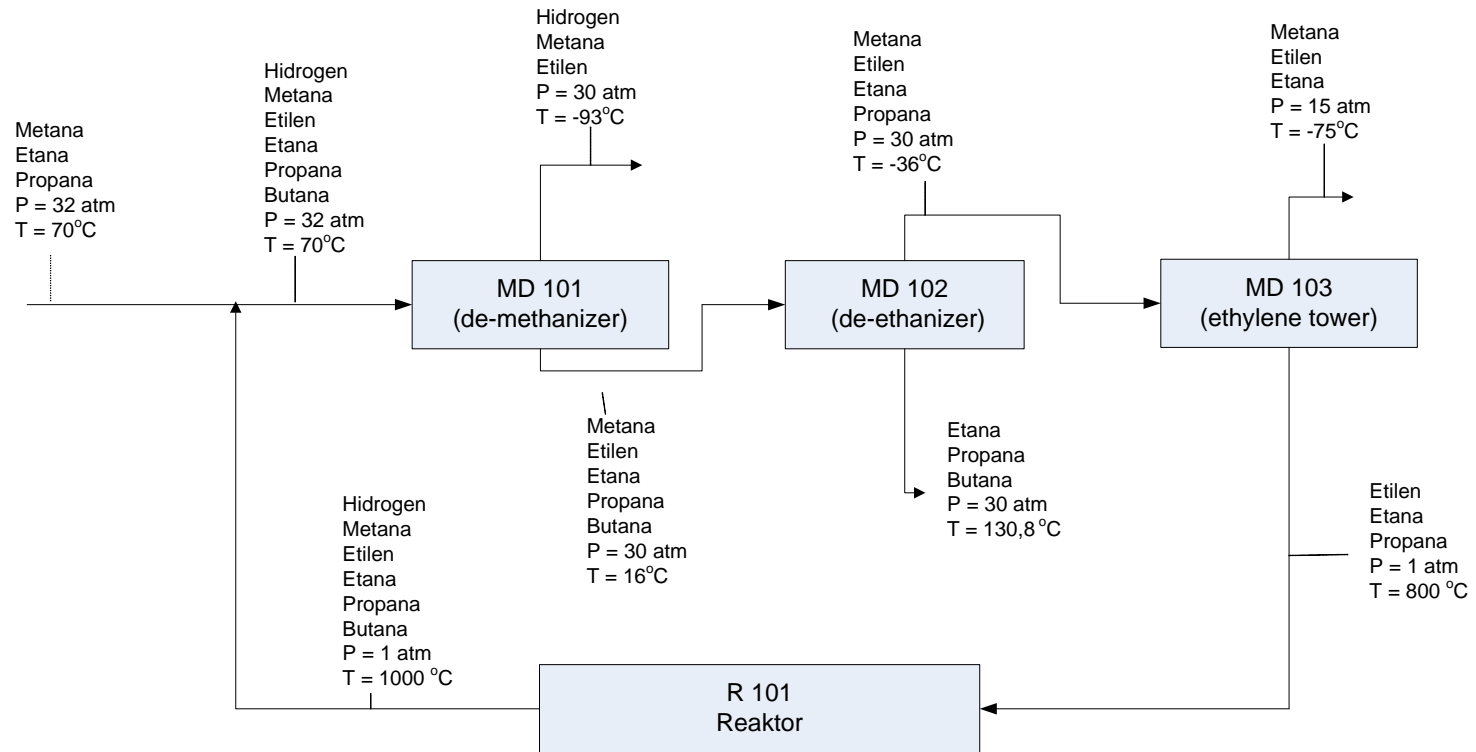
2.3 Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses

2.3.1 Diagram Alir Proses

Diagram alir ada tiga macam, yaitu :

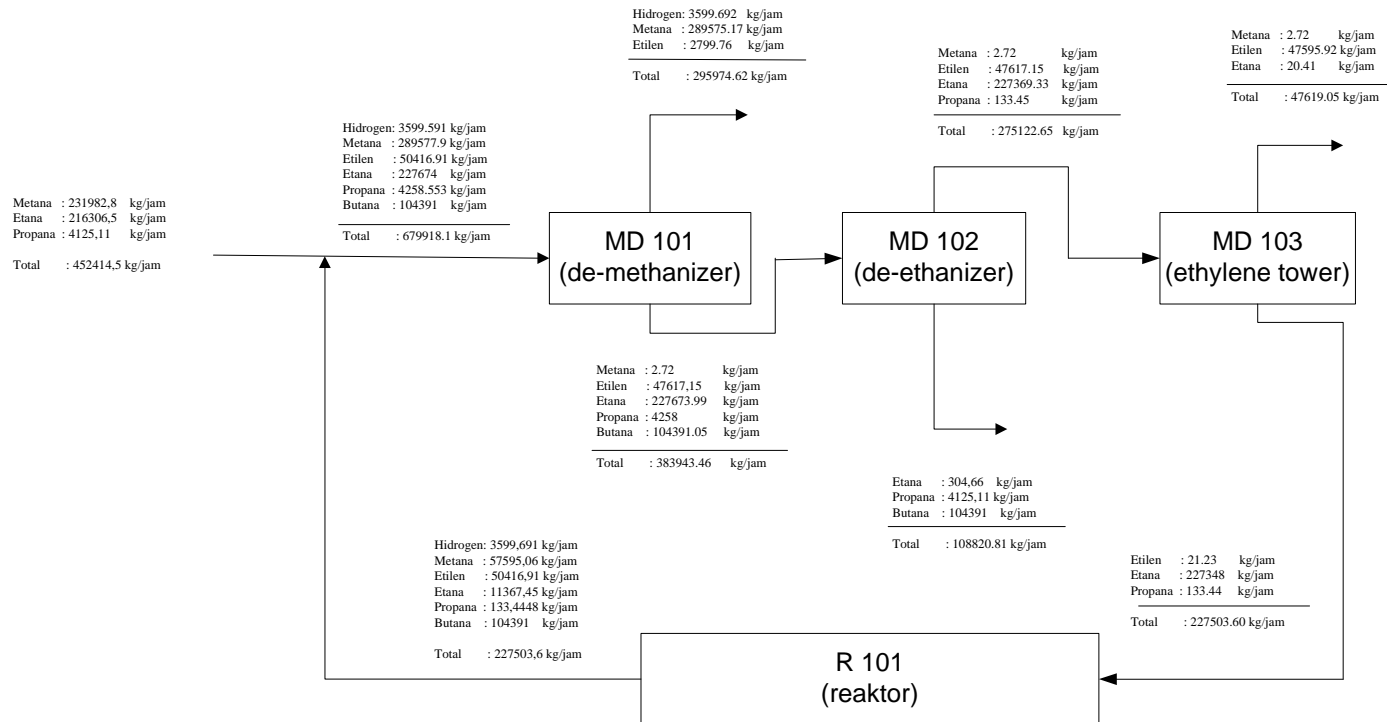
- Diagram alir proses (Gambar 2.1)
- Diagram alir kualitatif (Gambar 2.2)
- Diagram alir kuantitatif (Gambar 2.3)

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**



Gambar 2.2 Diagram alir kualitatif

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**



Gambar 2.3 Diagram alir kuantitatif

2.3.2 Tahapan Proses

Proses pembuatan *Ethylene* dapat dibagi dalam empat tahap yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap proses reaksi
3. Tahap pemurnian produk

2.3.2.1 Tahap penyiapan bahan baku

Refinery gas fresh feed digabungkan dengan arus keluar reaktor dimasukkan ke dalam Finfan E-109 untuk didinginkan hingga suhu 37°C. Kemudian dimasukkan lagi ke dalam HE E-111 dan didinginkan dengan MCR hingga suhu -33°C agar siap dimasukkan ke dalam unit pemurnian.

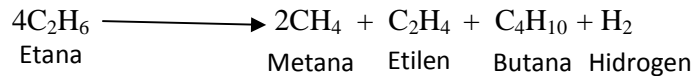
2.3.2.2 Tahap proses reaksi

Hasil bawah *Ethylene* tower MD-103 yang terdiri dari 99.95% etana, 0.01% *ethylene*, dan 0.04 % *propane* yang bersuhu -18°C 15 atm diuapkan dalam vaporizer E-101 dengan menggunakan MP steam dengan suhu dan tekanan konstan. Uap keluar dari E-100 kemudian dipanaskan dalam Pemanas E-101 untuk ditukarkan panasnya dengan LPG hasil bawah dari deethanizer MD-102 hingga suhu 37°C. Kemudian arus diekspansikan dalam expander K-100 hingga bertekanan 10 atm. Arus keluar expander bersuhu 20.06°C. Arus keluar expander dipanaskan kembali dalam HE E-102 dengan menggunakan arus panas dari reaktor yang keluar dari E-103 hingga bersuhu 130°C. kemudian umpan diekspansikan kembali dalam expander K-101 hingga bertekanan 1 atm

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

atau sesuai dengan tekanan operasi reaktor. Arus keluar ekspander bersuhu 44°C. Arus keluar ekspander dipanaskan kembali dalam HE E-103 hingga bersuhu 125°C. Arus keluar E-103 dipanaskan kembali dalam HE E-104 dengan produk keluar reaktor hingga bersuhu 725°C. Arus ini siap dimasukkan reaktor untuk bereaksi.

Reaksi terjadi pada fase gas pada suhu 1000°C dan tekanan 1 atm dalam suatu reaktor alir pipa *multitube*.



Etana tercracking membentuk metana, etilen, butane, dan hydrogen dengan konversi total 95 %. Dalam reaktor terjadi penurunan temperatur akibat reaksi yang endotermis, sehingga untuk mempertahankan kondisi operasi diperlukan pemanasan yang dilakukan oleh flue gas (hasil pembakaran fuel gas dalam furnace). Fuel gas berasal dari sebagian hasil atas dari demethanizer MD-101 yang dibakar di dalam suatu furnace dengan udara excess 20%.

Hasil keluaran reaktor bersuhu 1000°C didinginkan dalam HE E-104 dengan arus masuk reaktor hingga bersuhu 565.3°C. Pendinginan ini dimaksudkan agar reaksi berhenti sehingga tidak terbentuk zat-zat yang tidak diinginkan seperti propilen. Setelah keluar dari E-104, produk didinginkan kembali dalam E-103 dan E-102 untuk ditukar panasnya dengan arus yang akan memasuki reactor. Kemudian arus ini dimasukkan ke dalam HE-105 untuk didinginkan kembali sekaligus menghasilkan

steam. kemudian produk dikompresi dalam *compressor* K-102 hingga bertekanan 7 atm. Produk keluar *compressor* bersuhu 375 °C. Produk keluar K-102 kemudian didinginkan dengan finfan E-106 hingga bersuhu 200°C. Kemudian produk dikompresi kembali dalam *compressor* K-103 hingga bertekanan 20 atm. Arus keluar K-103 bersuhu 288°C. kemudian produk didinginkan kembali dengan finfan E-107 hingga bersuhu 120°C. Kemudian produk dikompresi kembali dalam *compressor* K-104 hingga tekanan 30 atm. Akibat proses kompresi ini suhu arus naik hingga mencapai 152°C. Arus keluar K-104 didinginkan dalam finfan E-108 hingga bersuhu 70°C. Arus keluar E-108 kemudian dicampurkan dengan fresh feed refinery gas untuk kemudian masuk unit pemurnian.

2.3.2.3 Tahap Pemurnian Produk

Produk yang telah bercampur dengan umpan dimasukkan dalam demethanizer MD-101 untuk menghilangkan metana. Arus masuk MD-101 pada suhu -33°C dalam keadaan campuran fase uap cair. Hasil atas MD-101 yang berupa campuran 9% Hidrogen, 90.5% metana dan 0.5% etilen bersuhu -93°C dikeluarkan sebagai by product. Sedangkan hasil bawahnya yang berupa campuran fraksi berat dimasukkan ke dalam deethanizer MD-102 pada suhu 16°C. Dalam MD-102 fraksi C2 dipisahkan menjadi hasil atas dan C3,C4 sebagai hasil bawah. MD-102 beroperasi pada tekanan 30 atm, suhu atas -8.47°C, suhu bawah 111.15°C. Hasil atas MD-102 yang berupa Campuran antara etana dan etilen diekspansikan terlebih dahulu pada K-105 hingga tekanan 15 atm.

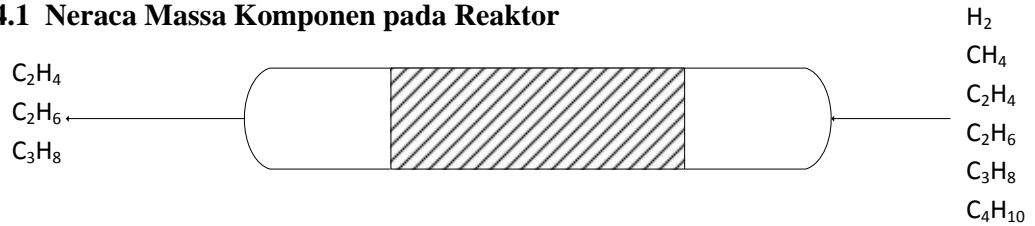
**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Kemudian arus didinginkan kembali dalam HE E-112 hingga bersuhu - 21°C dengan menggunakan MCR. Arus keluar E-112 kemudian dimasukkan ke dalam ethylene tower MD-103 untuk memisahkan produk etilen dengan bahan baku etana yang akan diumpankan ke reaktor. MD-103 beroperasi pada tekanan 15 atm, suhu atas -37,5°C, dan suhu bawah - 16,5°C. Hasil atas MD-103 berupa 99,95% etilen, 0,01% metana, dan 0,04% etana diambil sebagai produk utama. Sedangkan hasil bawahnya berupa 99,95% etana, 1% etilen dan 4% propana,

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

2.4 Neraca Massa

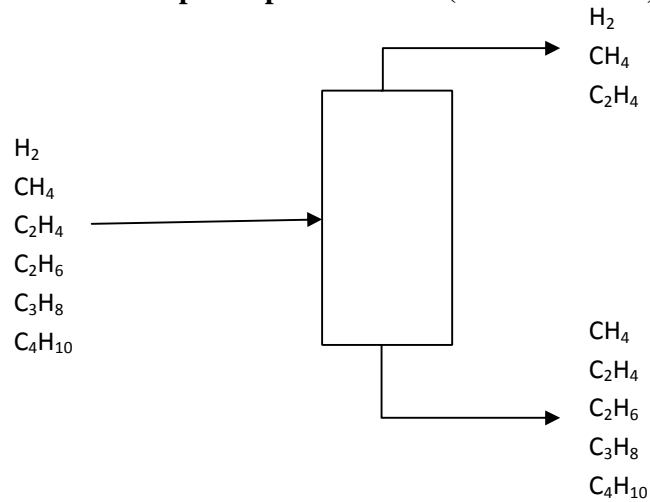
2.4.1 Neraca Massa Komponen pada Reaktor



Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 8	fraksi	Arus 9	fraksi
H ₂	0	0	3599.6913	0.01582
CH ₄	0	0	57595.06	0.25316
C ₂ H ₄	21.2298	0,00009	50416.908	0.22161
C ₂ H ₆	227349	0.99932	11367.446	0.04997
C ₃ H ₈	133.445	0.00059	133.44476	0.00059
C ₄ H ₁₀	0	0	104391.05	0.45885
	227504	1	227504	1

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

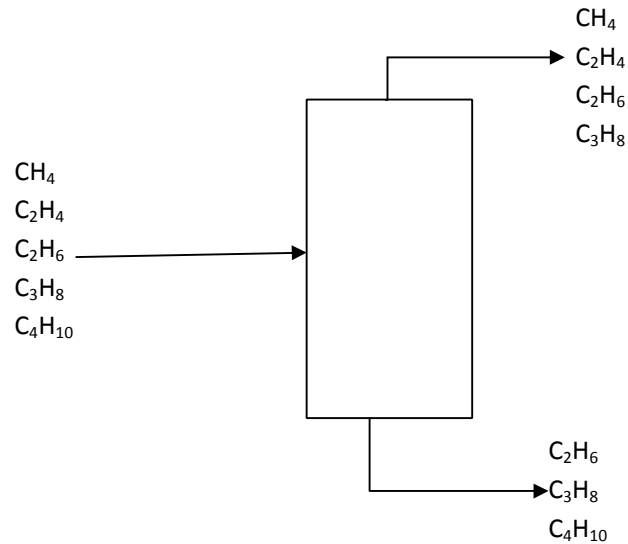
2.4.2 Neraca Massa Komponen pada MD 101 (De-methanizer)



Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)			
	Arus 2	fraksi	Arus 3	fraksi	Arus 4	fraksi
H ₂	3599.69	0.00529	3599.6913	0.01216	0	0
CH ₄	289578	0.4259	289575.17	0.97838	2.7211273	0,000007
C ₂ H ₄	50416.9	0.07415	2799.7598	0.00946	47617.148	0.12402
C ₂ H ₆	227674	0.33486	0	0	227673.99	0.59299
C ₃ H ₈	4258.55	0.00626	0	0	4258.5529	0.01109
C ₄ H ₁₀	104391	0.15353	0	0	104391.05	0.27189
Jumlah	679918	1	295975	1	383943	1

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

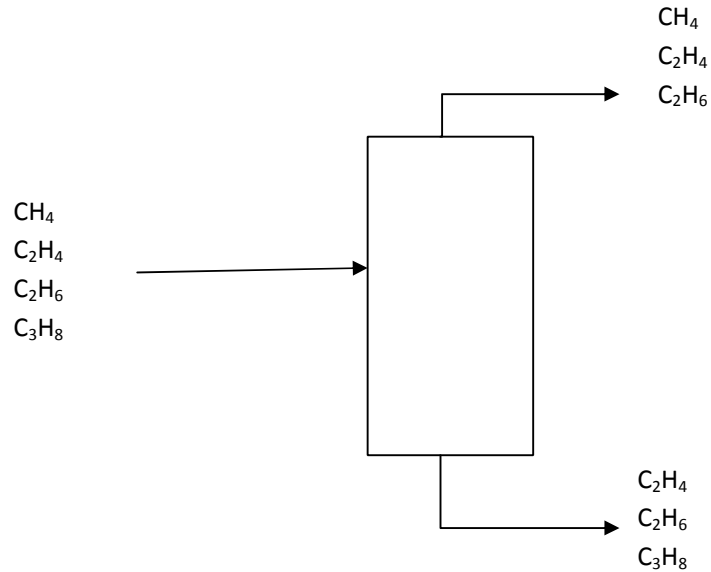
2.4.3 Neraca Massa Komponen pada MD 102 (De-ethanizer)



Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)			
	Arus 4	fraksi	Arus 5	fraksi	Arus 6	fraksi
H ₂	0	0	0	0	0	0
CH ₄	2.72113	0,00007	2.7211273	0,00001	0	0
C ₂ H ₄	47617.1	0.12402	47617.148	0.17308	0	0
C ₂ H ₆	227674	0.59299	227369.33	0.82643	304.65752	0.0028
C ₃ H ₈	4258.55	0.01109	133.44476	0.00049	4125.1081	0.03791
C ₄ H ₁₀	104391	0.27189	0	0	104391.05	0.95929
Jumlah	383943	1	275122	1	108821	1

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

2.4.4 Neraca Massa Komponen pada Ethylene Tower



Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)			
	Arus 5	fraksi	Arus 7	fraksi	Arus 8	Fraksi
H ₂	0	0	0	0	0	0
CH ₄	2.72113	0,00001	2.7211273	0,000057	0	0
C ₂ H ₄	47617.1	0.17308	47595.918	0.99951	21.229848	0,00009
C ₂ H ₆	227369	0.82643	20.408455	0.00043	227348.92	0.99932
C ₃ H ₈	133.445	0.00049	0	0	133.44476	0.00059
C ₄ H ₁₀	0	0	0	0	0	0
Jumlah	275123	1	47619	1	227504	1

2.5 Neraca Panas

2.5.1 Neraca Panas MD 101 (De-methenizer)

	Panas Masuk (kJ/s)	Panas Keluar (kJ/s)
Q umpan	84172.689	-
Q destilat	-	43377
Q bottom	-	2814.703257
Q condenser	-	67782.68917
Q reboiler	29801.729	-
Jumlah	113974.4	113974.4

2.5.2 Neraca Panas MD 102 (De-ethanizer)

	Panas Masuk (kJ/s)	Panas Keluar (kJ/s)
Q umpan	2814.7	-
Q destilat	-	1560.93
Q bottom	-	680.0331
Q condenser	-	29661.8253
Q reboiler	29088.09	-
Jumlah	31902.79	31902.79

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

2.5.3 Neraca Panas MD 103 (Ethylene Tower)

	Panas Masuk (kJ/s)	Panas Keluar (kJ/s)
Q umpan	12148.7	-
Q destilat	-	2906.12
Q bottom	-	9154.34
Q condenser	-	45095,829
Q reboiler	45095,740	-
Jumlah	45107.889	45107.889

2.5.4 Neraca Panas Reaktor

	Panas Masuk (kJ/s)	Panas Keluar (kJ/s)
Q umpan	135078.5	-
Q Produk	-	218381.1
Q Pemanas	83302.58	-
Jumlah	218381.1	218381.1

2.6 Lay Out Pabrik dan Peralatan

2.6.1 Lay out pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses.

Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

1. Pabrik *Ethylene* ini merupakan pabrik baru (bukan pengembangan), sehingga penentuan *lay out* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa depan.
3. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *lay out* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas, dan dari bahan yang mudah meledak, juga jauh dari asap atau gas beracun.
4. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *out door* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *out door*.
5. Harga tanah amat tinggi sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan / lahan.

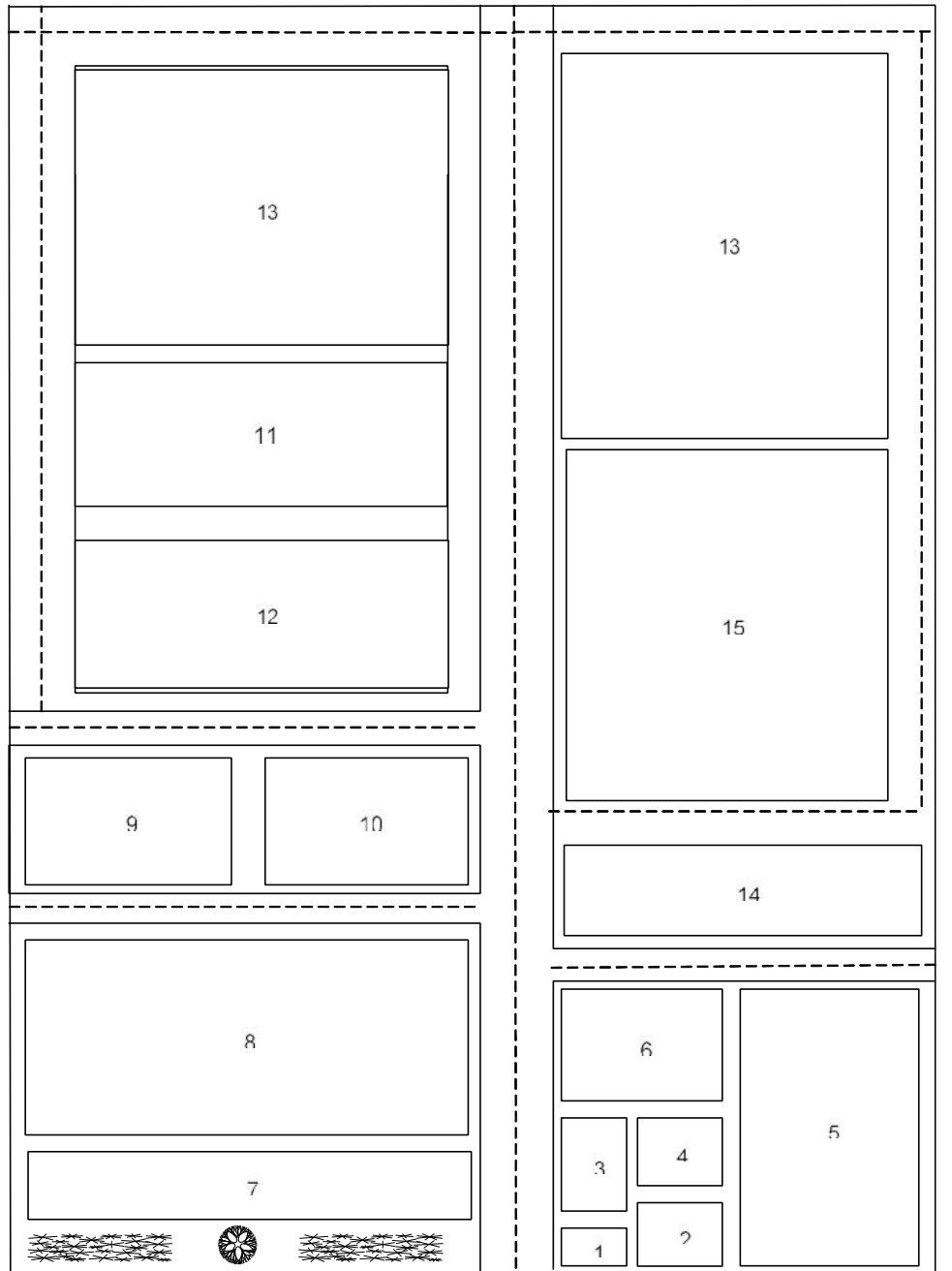
(Vilbrant, 1959)

Secara garis besar *lay out* dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

- a. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol
Merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual
- b. Daerah proses
Merupakan daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung.
- c. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk.
Merupakan daerah untuk tangki bahan baku dan produk.
- d. Daerah gudang, bengkel dan garasi.
Merupakan daerah untuk menampung bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.
- e. Daerah utilitas
Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan.

(Vilbrant, 1959)

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**



Keterangan

- 1. Pac. Kompresor
- 2. Musholla
- 3. Klinik
- 4. Kantin

- 5. CCR & laboratorium
- 6. Garasi
- 7. Parkir dan Taman
- 8. Kantor dan Aula

- 9. Benkel & Perlengkapan
- 10. Safety
- 11. Area Produksi
- 12. Utilitas

- 13. Area Perlengkapan
- 14. Gudang
- 15. storage and loading
jalur transportasi

Skala=1 : 3000

Gambar 2.4 Tata Letak Pabrik Etilen

2.5.2 Lay out peralatan

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada pabrik *ethylene*, antara lain :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera

diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

5. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

6. Jarak antar alat proses

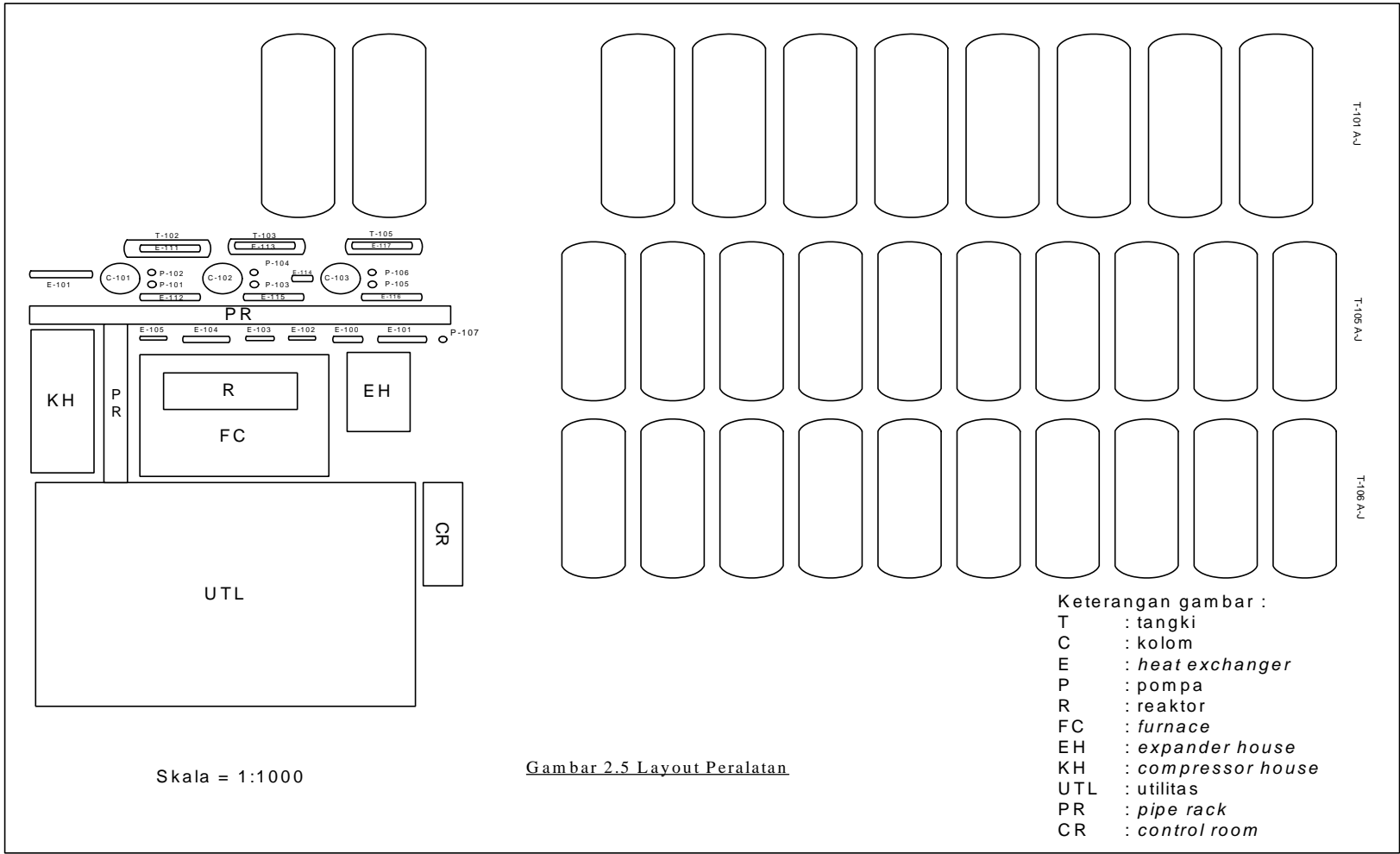
Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.

(Vilbrant, 1959)

Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Dapat mengefektifkan luas lahan yang tersedia
- Karyawan mendapat kepuasan kerja agar dapat meningkatkan produktifitas kerja disamping keamanan yang terjadi

Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun



BAB III
SPESIFIKASI ALAT

3.1 Reaktor

Kode : R-101

Fungsi : tempat terjadinya reaksi cracking etana menjadi etilen.

Jenis : Non-isothermal non-adiabatik multitube plug flow reaktor.

Bahan : Nickel alloy SB-162

Kondisi Operasi

P : 1 atm.

T : 727-1027 °C

Dimensi :

Panjang = 36 m.

IDs = 39 in.

ODs = 40 in

Odt = 0.75 in

Idt = 0.532 in

Jumlah tube = 1377

Susunan tube = triangular

Pitch = 15/16

Tube pass = 1

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Head = Torispherical head

Tebal head = 0.5 in

Tinggi head = 10.3 in

Pemanas :

Media = flue gas dari fired chamber

Kondisi =

Tekanan = 1 atm

Suhu = 1560 K

Laju alir = 1.665.371 kg/jam

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.2 Menara distilasi

	de-methanizer	de-ethanizer	ethylene tower
Kode	MD-101	MD-102	MD-103
Fungsi	memisahkan metana dari campuran hidrokarbon	memisahkan etana dari campuran hidrokarbon	memisahkan etilen dari campuran hidrokarbon
Jenis	Sieve tray plate tower	Sieve tray plate tower	Sieve tray plate tower
Bahan	SA-353 9% Nikel alloy	SA-353 9% Nikel alloy	SA-353 9% Nikel alloy
Jumlah	1	1	1
Kondisi Operasi			
Tekanan	30 atm	30 atm	15 atm
Suhu Feed :	-36 C	16 C	-21.5 C
Suhu Top :	-93 C	8.5 C	-37.5 C
Suhu Bottom:	16 C	135 C	-16.5 C
Kolom			
Diameter			
Atas :	5.133 m	4.7672 m	5.2427 m
Bawah :	4.786 m	3.8265 m	4.6038 m
Tinggi :	30.65 m	27.9358 m	85.2919 m

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Head			
Tipe :	Elliptical head	Elliptical head	Elliptical head
Tebal :	1,375 in	2 in	1,25 in
Tinggi :	1,25 m	1,0839 m	1,2739 m
Plate			
Tipe:	Sieve Tray	Sieve Tray	Sieve Tray
Jumlah:	11	11	72
Feed plate:	3	7	24
Plate Spacing:	0,9 m	0,9 m	0,9 m
Isolasi			
Bahan:	Asbestos	Asbestos	Asbestos
Tebal:	20 cm	5 cm	9,2 cm

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.3 Kondenser

	Kondenser I	Kondenser II	Kondenser III
Kode	E-111	E-113	E-115
Tipe	Shell and tube	Shell and tube	Shell and tube
Bahan	SA-353 9% Nickel	SA-353 9% Nickel	SA-353 9% Nickel
	Alloy	Alloy	Alloy
Jumlah	2 buah	1 buah	1 buah
Beban panas (BTU/hr)	150.000.000	119.000.000	177.000.000
Shell:			
Fluida	Hasil atas MD 101 (<i>De-methanizer</i>)	Hasil atas MD 102 (<i>De-ethanizer</i>)	Hasil atas MD 103 (<i>Ethylene Tower</i>)
Jumlah (kg/jam)	662.000	415.100	457.298,6
Suhu masuk (°C)	-73	-8	-37,5
Suhu keluar (°C)	-97	-11	-75,25
ID shell (in)	42	39	42
Baffle (in)	10	10	10
Pass	2	2	2
Pressure Drop (psi)	0,622	0,01	0,02

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Tube			
Fluida	MCR	MCR	MCR
Jumlah (kg/jam)	165.000	20.000	76.000
Suhu masuk (°C)	-110	-110	-110
Suhu keluar (°C)	-90	-32	-70
OD tube (in)	0,5	0,5	0,5
ID tube (in)	0,402	0,402	0,402
BWG	18	18	18
Panjang (ft)	20	12	12
Jumlah tube	2816	1500	2816
Susunan	Triangular	Triangular	Triangular
Pitch (in)	15/16	15/16	15/16
Pass	4	4	4
Pressure Drop (psi)	0,163	2	0,7
Rd required	0,001	0,001	0,001
Rd calculated	0,001	0,0013	0,0013

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.4 Reboiler

	Reboiler I	Reboiler II	Reboiler III
Kode	E-112	E-114	E-116
Tipe	Kettle	Kettle	Kettle
Bahan	Carbon Steel	Carbon Steel	9% Nickel Alloy
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Beban panas (J/s)	11.200.000	26.700.000	45.100.000
Shell:			
Fluida	Hasil bawah MD	Hasil bawah MD	Hasil bawah MD
	101 (<i>De-methanizer</i>)	102 (<i>De-ethanizer</i>)	103 (<i>Ethylene Tower</i>)
Jumlah (kg/jam)	607.372	356.292	456,032
Suhu masuk (°C)	10,6	111,2	-17,7
Suhu keluar (°C)	16	130,8	-17,7
IDshell (in)	42	42	42
Baffle (in)	10	10	10
Pass	1	1	1
Pressure Drop (psi)	0,1	3,8	4,75
Tube			
Fluida	Steam	Steam	Steam
Jumlah (kg/jam)	21.255	55.838	83.140
Suhu masuk (°C)	180	180	180

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Suhu keluar (°C)	180	180	180
OD tube (in)	1	0,75	1
ID tube (in)	0,81	0,533	0,81
BWG	13	12	13
Panjang (ft)	12	20	20
Jumlah tube	608	1077	915
Susunan	Triangular	Triangular	Triangular
Pitch (in)	15/16	15/16	15/16
Pass	1	1	2
Pressure Drop (psi)	0,05	2	0,7
Rd required	0,001	0,001	0,001
Rd calculated	0,0019	0,0014	00146

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.5 Heat exchanger

Kode	E-100	E-101	E-102
Tipe	Shell and tube	Shell and tube	Shell and tube
Bahan	9% Nickel Alloy	9% Nickel Alloy	9% Nickel Alloy
Jumlah	1buah	1 buah	1 buah
Beban panas (J/s)	13.800.000	5.726.970	13.109.952
Shell:			
Fluida	Bottom MD 103 (Ethylene Tower)	Keluaran E-100	KeluaranK-101
Jumlah (kg/jam)	227.500	227.500	227.500
Suhu masuk (°C)	-18	-18	25
Suhu keluar (°C)	-18	35	130
IDshell (in)	39	40	29
Baffle (in)	10	10	10
Pass	1	1	1
Pressure Drop (psi)	0,1	0,1	0,9
Tube:			
Fluida	Steam	Bottom MD 102 (De-Ethanizer)	Keluaran E-103
Jumlah (kg/jam)	25.840	108.800	227.500
Suhu masuk (°C)	133	135,5	465

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Suhu keluar (°C)	133	50	400
OD tube (in)	1	1	1
ID tube (in)	0,81	0,81	0,81
BWG	13	13	13
Panjang (ft)	12	20	12
Jumlah tube	766	820	397
Susunan	Triangular	Triangular	Triangular
Pitch (in)	1,25	1,25	1,25
Pass	1	2	1
Pressure Drop (psi)	7,03	0,1	0,9
Rd required	0,001	0,001	0,01
Rd calculated	0,001	0,0016	0,012

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Kode	E-103	E-104	E-105
Tipe	Shell and tube	Shell and tube	Shell and tube
Bahan	Low carbon	Low carbon	Low carbon
	Nickel SB-162	Nickel SB-162	Nickel SB-162
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Beban panas (J/s)	7.226.874	122.387.046	2.722.472
Shell:			
Fluida	Keluaran K-102	Keluaran E-103	Air
Jumlah (kg/jam)	227.500	227.500	50.298,21
Suhu masuk (°C)	69	125	90
Suhu keluar (°C)	125	727	133
ID shell (in)	21,25	39	29
Baffle (in)	10	10	10
Pass	1	2	1
Pressure Drop (psi)	0,98	1,07	0,01
Tube:			
Fluida	Steam	Bottom MD 102 (De-Ethanizer)	Keluaran E-103
Jumlah (kg/jam)	25.840	108.800	227.500
Suhumasuk (°C)	133	135,5	465
Suhukeluar (°C)	133	50	400
OD tube (in)	1	1	1

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

ID tube (in)	0,81	0,81	0,81
BWG	13	13	13
Panjang (ft)	12	20	12
Jumlah tube	766	820	397
Susunan	Triangular	Triangular	Triangular
Pitch (in)	1,25	1,25	1,25
Pass	1	2	1
Pressure Drop (psi)	1,22	8,2	0,84
Rd required	0,01	0,01	0,001
Rd calculated	0,013	0,011	0,0015

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Kode	E-106	E-107	E-108	E-109
Tipe	Fin fan	Fin fan	Fin fan	Fin fan
Bahan	Carbon Steel	Carbon Steel	Carbon Steel	Carbon Steel
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Duty (MBTU/jam)	102,583	91,55	40,07	14,59
Tube fin	Tube air	Tube air	Tube air	Tube air
Jenis	cooler, 50 mm tube wit alumunium fin 18 mm high space 3 mm	cooler, 50 mm tube wit alumunium fin 18 mm high space 3 mm	cooler, 50 mm tube wit alumunium fin 18 mm high space 3 mm	cooler, 50 mm tube wit alumunium fin 18 mm high space 3 mm
Panjang (ft)	35	40	33	36
Row	6	6	6	6
Width (ft)	14	14	20	20
T in (°F)	707,1	551,3	311,15	157,3
T out (°F)	392	248	158	98,6
Fan:				
Jenis	Axial	Axial	Axial	Axial
D (ft)	14	14	20	20
Jumlah	2	2	1	1
T air (°F)	90	90	90	90

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Blade(buah)	4	4	6	6
Power (HP)	35,75	41,3	48,9	53,46
Penggerak	Motor	Motor	Motor	Motor
Motor:				
Power (HP)	50	50	50	75
Efisiensi	90,2	90,2	90,2	90,2
Voltage (V)	460	460	460	460
Arus (A)	58,1	58,1	58,1	86
Kecepatan (rpm)	1200	1200	1200	1200

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.6 Tangki Akumulator

	Akumulator DM	Akumulator DE	Akumulator ET
Kode	T-102	T-103	T-104
Tipe	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Bahan	9% Nickel Alloy	9% Nickel Alloy	9% Nickel Alloy
Jumlah	1	1	1
Kondisi operasi:			
Suhu (°C)	-93	-11	-75
Tekanan (atm)	30	30	15
Kapasitas (m ³)	65,44	46,1	47,6
Shell:			
D (m)	2,7	2,4	2,5
Panjang (m)	10,8	9,4	9,7
Tebal (in)	1,5	1,25	0,75
Head :			
Jenis	Elliptical	Elliptical	Elliptical
Panjang (in)	31,4	27,3	28
Tebal (in)	1,5	1,375	0,75
Panjang Total(m)	10,85	9,42	9,76

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.7 Tangki Penyimpan

	Tangki Bahan Baku	Tangki Etilen	Tangki Butana
Kode	T-101	T-105	T-106
Tipe	horisontal	horisontal	horisontal
Bahan	9% Nickel Alloy	9% Nickel Alloy	Carbon Steel
Jumlah	10	10	10
Kondisi operasi:			
Suhu (°C)	-77	-75	35
Tekanan (atm)	34	15	30
Kapasitas (m ³)	11.106	4.802	19.738
Waktu penyimpanan	3,5 hari	14 hari	7 hari
Shell:			
D (m)	15.03	11,22	10,22
Panjang (m)	66,1	44,88	40,88
Dimensi Head:			
Tinggi (m)	4,098	3,01	2,82
Tebal (in)	8,46	3,06	5,58
Panjang Total(m)	68,32	50,88	46,53

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.8 Kompresor

	Kompresor 1	Kompresor 2	Kompresor 3
Kode	K-102	K-103	K-104
Fungsi	Menaikan tekanan gas keluaran E-105	Menaikan tekanan gas keluaran E-106	Menaikan tekanan gas keluaran E-107
Kondisi operasi:			
P (in), atm	1	7	20
T (in), °C	200	200	120
P (out), atm	7	20	31
T (out), °C	375	288	155
Flow rate	228.034 kg/jam	228.034 kg/jam	228.034 kg/jam
Jenis	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal
Np (rpm)	4.100	8.100	8.100
Eff.polypropic	0,78	0.77	0,77
Head (ft)	27.162	13.381	3.942
Jumlah stage	3	2	1
Power (HP)	9.115	4.548	1.340
Penggerak	Steam turbin	Steam turbin	Steam Turbin
Laju <i>steam</i>	319.448 kg/jam	159.413 kg/jam	46.968 kg/jam
Kondisi <i>steam</i>			
P, psia	250	250	250
T, °F	500	500	500

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.9 Gas Expander

	Gas expander 1	Gas expander 2
Kode	K-100	K-101
Fungsi	Menurunkan tekanan gas keluaran E-101	Menurunkan tekanan gas keluaran E-102
Kondisi operasi:		
P (in), atm	15	10
T (in), °C	37	130
P (out), atm	10	1
T (out), °C	25	69
Flow rate	227.504 kg/jam	227.504
Jenis	Centrifugal	Centrifugal
Np	8.100	8.100
Eff.polypropic	0,77	0,77
Head (ft)	1.210	7.909
Jumlah stage	1	1
Power	1.445 HP	4.508 HP

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3.10 Pompa

	Pompa 1	Pompa 2	Pompa3
Kode	P-101	P-102	P-103
Fungsi	Mengalirkan produk bottom MD 101 ke umpan MD 102	Mengalirkan destilat MD 101 sebagai refluks	Mengalirkan produk bottom MD 102 ke E101
Jenis	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal
Kapasitas (gpm)	4.842	5.905	989,6
Power pompa	27 HP	33 HP	3 HP
Power motor	31 HP	37,5 HP	4 HP
NPSH required	81 ft	93 ft	28 ft
NPSH available	2457 ft	3.536 ft	1.748ft
Pipa			
Nominal (in)	18	20	10
SN	10	50	120
ID (in)	17,5	18,188	9.064

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

	Pompa 4	Pompa 5	Pompa 6	Pompa 7
Kode	P-104	P-105	P-106	P-07
Fungsi	Mengalirkan destilat kondenser MD 102	Mengalirkan produk bottom MD103 ke E100	Mengalirkan destilat kondenser MD 103	Mengalirkan butana dari E-101
Jenis	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal
Kapasitas	6.150 gpm	3.348 gpm	6.297 gpm	989,6 gpm
Power pompa	125 HP	5 HP	183 HP	9 HP
Power motor	134 HP	6 HP	200 HP	11 HP
NPSH required	95 ft	63,5 ft	97 ft	28 ft
NPSH available	2 578 ft	2.826 ft	2.881 ft	1.782 ft
Pipa				
Nominal (in)	20	16	20	10
SN	30XS	60	10	40ST
ID (in)	19	14,5	19,375	9,064
Nominal (in)	18		20	
SN	30XS		40	
ID (in)	16,126		18,75	

BAB IV
UNIT PENDUKUNG PROSES
DAN LABORATORIUM

4.1 Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi dalam pabrik. Utilitas di pabrik etilen yang dirancang antara lain meliputi unit pengadaan air, unit pengadaan air dingin, unit pengadaan *steam*, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, unit pengolahan limbah dan unit pengadaan bahan bakar.

1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air umpan *boiler*
- b. Air konsumsi umum

2. Unit refrigerasi

Unit ini bertugas untuk menyediakan media pendingin pada pabrik ini, yang terdiri dari *MCR (Multi Component Refrigerant)*, propan, dan air pendingin dengan media air laut.

3. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas *heat exchanger* dan media penggerak turbin.

4. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum yang lain.

5. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik dibangkitkan dengan oleh *gas expander* sebagai media penggerak generator.

6. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan reaktor, *boiler* dan *generator*.

7. Unit pengolahan limbah

Unit ini bertugas untuk mengolah limbah yang berasal dari proses.

4.1.1. Unit Pengadaan Air

4.1.1.1. Air umpan *boiler*

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan - larutan asam dan gas - gas yang terlarut.

- b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam - garam karbonat dan silikat.

- c. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* dan alat penukar panas karena adanya zat - zat organik, anorganik, dan zat - zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi. (Everett, 1998)

Kebutuhan air untuk steam dapat dilihat pada tabel berikut :

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Tabel 4.1 Kebutuhan air untuk steam

No	Kode Alat	Nama Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1	E 112	Reboiler 01	49.255,0000
2	E 114	Reboiler 02	55.838,8455
3	E 116	Reboiler 03	83.140,2314
4	E 101	Exchanger 101	25.840,0000
5	K 102	Kompresor 102	319.447,5663
6	K 104	Kompesor 103	159.412,7085
7	K 105	Kompresor 104	46.967,8386
9	K 201	Kompresor 201	205.832,8337
10	K-202	Kompresor 202	115.689,4949
11	K-203	Kompresor 203	189.327,7059
12	K-205	Kompresor 205	2.254.689,753
		Jumlah=	3.505.441,9776

$$= 3.530,1530 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Total kebutuhan air untuk steam = 3.505.441,9776 kg/jam = 3.530 m³/jam. Untuk keamanan maka kebutuhan steam dlebihkan 20%, sehingga kebutuhan air untuk steam = 4.236 m³/jam.

Diperkirakan air yang hilang sebesar 20% sehingga kebutuhan air untuk make-up air umpan boiler sebesar = 706 m³/jam.

Pada kondisi normal operasi air umpan boiler berasal dari kondensasi uap yang telah dipakai energinya dan diolah di unit *polisher* untuk menghilangkan ion kationnya. Air tambahan (*make up water*)

diperlukan untuk menggantikan kehilangan-kehilangan akibat *blow-down* ataupun karena kehilangan disepanjang aliran. Air umpan boiler harus memenuhi persyaratan tertentu agar tidak menimbulkan masalah-masalah seperti :

- pembentukan kerak pada *boiler*
- terjadinya korosi pada *boiler*
- pembentukan busa di atas permukaan dalam *drum boiler*.

Air yang berasal dari dalam tanah (air baku) pada umumnya belum memenuhi persyaratan yang diperlukan, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Sedangkan tahapan pengolahan air baku menjadi air umpan *boiler* adalah :

1. Aerasi, merupakan proses mekanis penghembusan air dengan udara. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar CO₂ dan kadar besi yang terlarut dalam air dengan proses oksidasi. Proses aerasi dilakukan dalam suatu unit yang disebut *aerator*.
2. *Iron Removal Filter*, merupakan suatu unit saringan bertekanan dengan *fine sand* untuk menyaring endapan besi, produk aerasi.
3. *Demineralizer*, merupakan suatu unit penukar ion (*ion exchange*) untuk menghilangkan mineral terlarut di dalam air.
4. Deaerasi, merupakan suatu proses penghilangan gas-gas terlarut, terutama oksigen dan karbon dioksida, dengan cara pemanasan menggunakan uap air (*steam*).

Unit *aerator* didesain untuk mengolah air baku. Besi terlarut berupa ferro karbonat dioksidasi menjadi ferri hidroksida yang tidak terlarut di dalam air dan dapat dipisahkan dengan cara *blow-down*. Air baku masuk bagian atas aerator dan didistribusikan ke seluruh unggun *packing*, air dikontakkan dengan udara yang dialirkan ke atas oleh *blower aerator*. Untuk menaikkan pH air, kaustik encer ditambahkan ke tangki *surge aerator* oleh pompa. Air produk aerator dilewatkan ke dalam unit penyaring (*filter removal*) menggunakan pompa untuk menyaring oksida besi yang masih tersisa. Unit penyaring adalah filter bertekanan yang mengandung *fine sand* sebagai pelapis. Filter-filter dilengkapi dengan sarana *by-pass* dan pencucian balik (*backwash*). Selanjutnya air produk unit filter ini didistribusikan ke seluruh plant sebagai air utilitas, diinjeksi klorine untuk air yang dapat diminum, dan digunakan sebagai air umpan unit *demineralizer* serta air pemadam kebakaran.

Resin penukar ion yang digunakan pada unit *demineralizer* adalah resin penukar kation asam kuat dan resin penukar anion basa kuat.

Operasi sistem pertukaran ion dilaksanakan dalam dua tahap yaitu :

1. Tahap layanan (*service*)
2. Tahap regenerasi (*regeneration*)

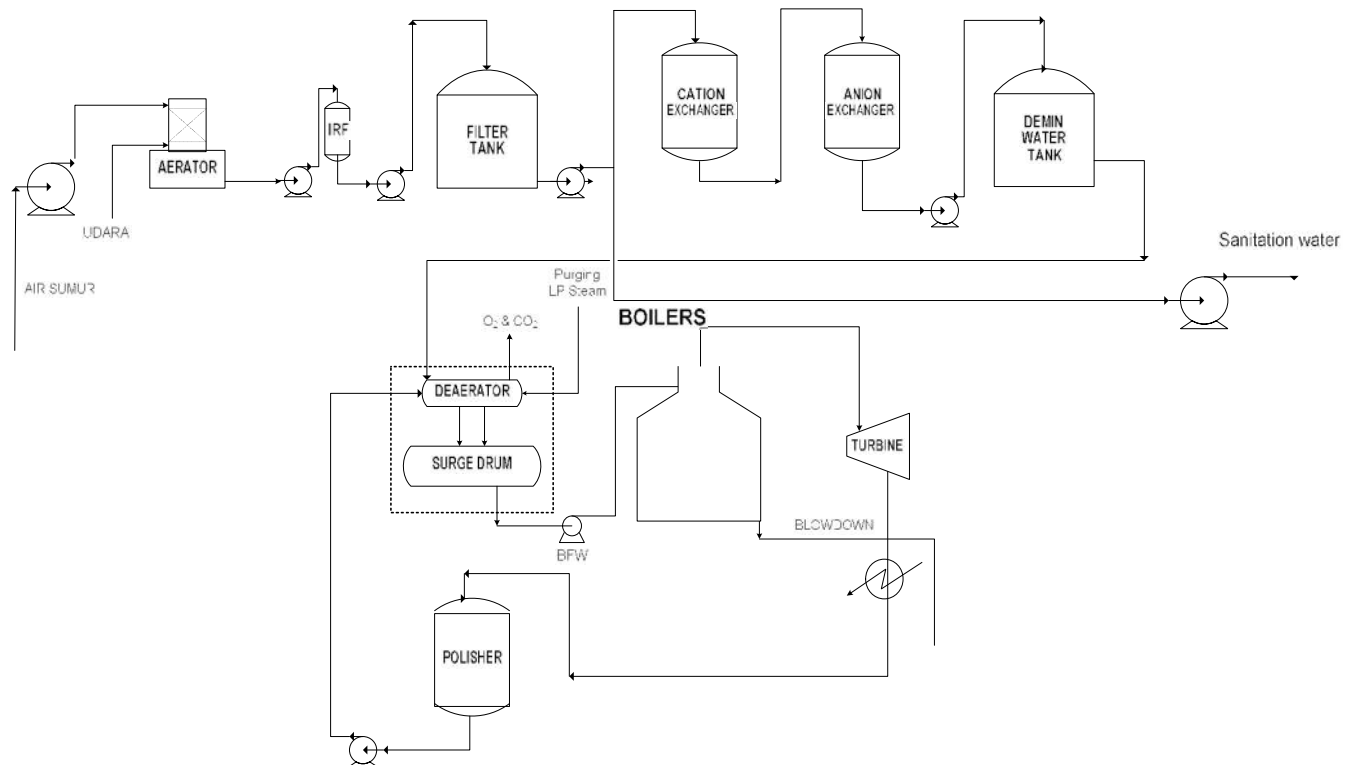
Effluent dari unit *demineralizer* mengandung SiO_2 tidak lebih dari 0,12 ppm, kandungan Na maksimum 0,3 ppm dan *conductivity* maksimum 5 mmhos. Air effluent ini kemudian disimpan dalam tangki air kondensat.

Unit demineralizer diregenerasi dengan menggunakan larutan kaustik soda dan asam sulfat. Mula-mula dilakukan pencucian balik untuk menghilangkan partikel-partikel halus dalam resin dan untuk memecah resin yang menggumpal. Resin kation selanjutnya diregenerasi dengan larutan asam sulfat 4% dari pengenceran larutan asam sulfat 98% dalam tangki penyimpanan larutan asam sulfat. Resin anion diregenerasi dengan larutan kaustik 4%..

Kondensat polisher merupakan alat yang menerima kondensat dari proses. Polisher merupakan alat penukar ion yang berisi resin kation. Regenerasi kondensat *polisher* ini dilakukan dengan menggunakan larutan *regenamine*.

Sebelum air *make-up* dan kondensat yang telah melalui *polisher* digunakan sebagai umpan boiler, dimasukkan dulu kedalam unit *deaerator*. Di dalam *deaerator*, gas-gas terlarut di dalam air *make-up* boiler maupun kondensat seperti gas-gas oksigen dan karbon dioksida dibebaskan dan dibuang ke atmosfer. Setelah mengalami proses deaerasi diinjeksi *oxygen scavanging* di *deaerator* yaitu larutan *hidroquinone* untuk mengikat gas oksigen yang masih dibawa dan juga diinjeksikan larutan *mopolin* (C_4H_9NO) di suction pompa BFW untuk pencegahan korosi pada pipa-pipa steam.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**



Gambar 4.1 Diagram alir Penyediaan air

4.1.2. Unit Refrigerasi

Sistem refrigerasi di pabrik etilen ini menggunakan sistem cascade, yaitu sistem pendinginan bertingkat. Alasan digunakan sistem ini karena proses berjalan pada suhu yang sangat rendah (proses paling rendah berlangsung pada suhu -93°C). Refrigeran yang digunakan untuk mendinginkan proses adalah MCR yang memiliki komposisi:

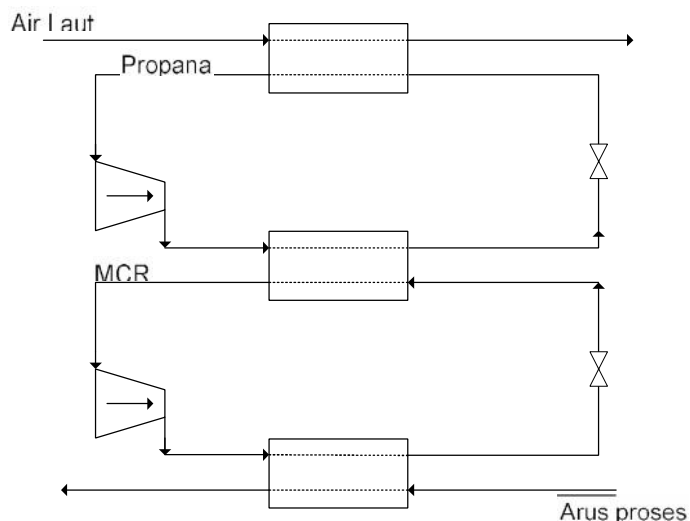
N_2 5,39 %

CH_4 45,16 %

C_2H_6 41,16 %

C_3H_8 10,09%

MCR mendinginkan proses pada suhu -110°C . Sedangkan fluida yang digunakan untuk mendinginkan MCR adalah refrigeran propan. Refrigeran propan sendiri akan didinginkan oleh air laut.



Gambar 4.1 Skema Refrigerasi Bertingkat

MCR proses dicampurkan menjadi satu arus yang memiliki suhu -76.85°C dan tekanan 2 atm. Arus terdiri dari 2 fase dengan vapor fraction sebesar 0.83 sehingga tidak dapat langsung dimasukkan ke dalam kompressor sehingga harus diuapkan terlebih dahulu. Penguapan dilakukan dengan media propan bersuhu -42°C bertekanan 1 atm dalam HE E-201. MCR keluar pada suhu -45°C.

MCR keluar E-101 ditekan hingga 20 atm dalam kompressor K-201 hingga suhunya naik menjadi 95°C. MCR kemudian didinginkan dalam E-202 dengan media air laut bersuhu 25°C dan bertekanan 6 atm. Akibat proses pendinginan ini, suhu MCR turun hingga 40°C. Setelah keluar dari E-202 MCR ditekan kembali dalam kompressor K-202 hingga bertekanan 50 atm dan suhunya naik menjadi 123°C.

Arus MCR kemudian didinginkan kembali dengan media air laut hingga bersuhu 40°C dalam HE E-203. Arus keluar E-203 kemudian dikondensasikan dalam E-204 dengan media refrigeran propan hingga bersuhu -39°C.

MCR keluar E-204 kemudian di flash hingga tekanan 2 atm. Akibat proses flashing ini suhu MCR turun hingga -100°C dan menjadi 2 fase. Fase uap dan fase cair hasil flashing dipisahkan. Arus vapor ditekan kembali dalam kompressor K-203 hingga bertekanan 50 atm. Akibat penekanan, suhu naik hingga mencapai 140°C. Arus ini kemudian didinginkan dengan media air laut dalam E-205 hingga bersuhu 35°C dan

dinginkan kembali dengan media propan dalam E-206 hingga bersuhu -39°C.

MCR kemudian diekspansi dalam ekspander K-204 hingga bertekanan 2 atm. Akibat proses ekspansi ini suhu MCR turun hingga -116°C. Arus vapor ini digabungkan dengan arus liquid yang bersuhu -100°C hingga diperoleh campuran yang bersuhu -110°C. Campuran ini digunakan kembali dalam proses.

Refrigeran propan yang telah digunakan untuk proses bertekanan 1 atm dan suhu -42°C dan berwujud vapor. Propan ini dipecah menjadi 2 arus. Arus pertama dikondensasikan oleh MCR di HE E-201 dan arus kedua ditekan dalam kompressor K-205 hingga tekanan 40 atm. Akibat proses penekanan ini suhu naik menjadi 131,4°C. kemudian propan dikondensasikan oleh air laut dalam HE E-207 yang berjumlah 6 buah. Propan yang telah terkondensasi kemudian diturunkan tekanannya hingga tekanan 1 atm kembali. Akibat proses ekspansi ini suhu turun menjadi -42°C. Arus ini kemudian digabungkan dengan arus dari HE E-201 dan digunakan untuk proses refrigerasi kembali.

4.1.3. Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik etilen ini digunakan sebagai media pemanas *reboiler* dan turbin. Untuk memenuhi kebutuhan *steam* digunakan 1 buah *boiler*. *Steam* yang dihasilkan dari *boiler* ini mempunyai suhu 260 °C dan tekanan 16 atm.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Jumlah *steam* yang dibutuhkan sebesar 3.530 m³/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran *steam* pada saat distribusi dan *make up blowdown* pada *boiler*, maka jumlah *steam* diletakkan sebanyak 20 %. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah 4.236 m³/jam.

Spesifikasi *boiler* yang dibutuhkan :

Kode	: B-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan <i>steam</i>
Jenis	: <i>waste heat boiler</i>
Jumlah	: 4 buah
Tekanan <i>steam</i>	: 250 psia (16 atm)
Suhu <i>steam</i>	: 500 °F (260 °C)
Pemanas	: flue gas
Kebutuhan pemanas	: 7.333.366 m ³ /jam

4.1.4. Unit Pengadaan Udara Tekan

Udara bertekanan didistribusikan ke seluruh *plant*, sistem distribusi udara utilitas, dan sistem distribusi udara instrumen. Udara utilitas mempunyai beberapa kegunaan yaitu untuk keperluan instrumentasi (*instrument air*), stasion pemeliharaan *plant* umum (*utility air*), udara umpan ke *plant-plant* pembangkit nitrogen.

Udara instrumen digunakan oleh seluruh *plant* sebagai penggerak untuk mengoperasikan alat-alat kendali dan instrumen *pneumatic*. Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik etilen ini diperkirakan

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

sebesar 500 m³/jam, tekanan 100 psi dan suhu 35°C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	: KU-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: <i>Centrifugal Compressor</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 500 m ³ /jam
Tekanan <i>suction</i>	: 1 atm (14,7 psi)
Tekanan <i>discharge</i>	: 100 psi (6,8027 atm)
Suhu udara	: 35 °C
Efisiensi	: 77 %
Daya kompresor	: 16 HP

4.1.5. Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik etilen ini dipenuhi oleh generator yang digerakkan oleh gas expander.

Generator yang digunakan adalah *generator* arus bolak-balik karena :

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk AC
2. Listrik untuk alat-alat elektronik
3. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi
4. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
5. Listrik untuk penerangan

Besarnya kebutuhan listrik masing – masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut :

4.1.5.1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan keperluan pengolahan air diperkirakan sebagai berikut :

Tabel 4.2 Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Nama	Σ	HP	kW	ef.l	Total HP
P-101	1	27.00	20.1339	88%	30.24
P-102	1	33.00	24.6081	88%	36.96
P-103	1	3.00	2.2371	82%	3.54
P-104	1	125.00	93.2125	93%	133.75
P-105	1	5.00	3.7285	85%	5.75
P-106	1	183.00	136.4631	93%	195.81
P-107	1	9.00	6.7113	85%	10.35
E 106	1	36.00	26.8452	90%	39.53
E 107	1	41.00	30.5737	90%	45.02
E 108	1	49.00	36.5393	90%	53.80

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

E 109	1	53.00	39.5221	90%	58.19
PU-01	1	4.00	2.9828	84%	4.64
PU-02	1	2.00	1.4914	84%	2.32
PU-03	1	3.00	2.2371	88%	3.36
PU-04	1	1.00	0.7457	88%	1.12
PU-05	1	3.00	2.2371	88%	3.36
PU-06	1	14.00	10.4398	88%	15.68
PU-07	1	4.00	2.9828	88%	4.48
FD Fan	10	150.00	111.855	90%	1650.00
P-301	2	181.00	134.9717	92%	390.96

Jadi jumlah listrik yang dikonsumsi untuk keperluan proses dan utilitas sebesar 2.688,86 HP atau 2.005,08 kW.

4.1.5.2. Listrik untuk AC

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 15.000 Watt atau 15 kW

4.1.5.3. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 15.000 Watt / 15 kW.

4.1.5.4. Listrik untuk penerangan

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan :

$$L = \frac{a.F}{U.D}$$

dengan :

L : *Lumen per outlet*

a : Luas *area*, ft²

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

F : *foot candle* yang diperlukan (tabel 13 Perry 3th ed)

U : Koefisien utilitas (tabel 16 Perry 3th ed)

D : Efisiensi lampu (tabel 16 Perry 3th ed)

Perhitungan jumlah *lumen* dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Jumlah *lumen* berdasarkan luas bangunan

Bangunan	Luas, m ²	Luas, ft ²	F	U	D	Lumen
Pos keamanan	40	430.55	20.00	0.42	0.75	27336.25051
Parkir	1000	10763.65	10.00	0.49	0.75	292888.3984
Musholla	200	2152.73	20.00	0.55	0.75	104374.7747
Kantin	250	2690.91	20.00	0.51	0.75	140701.2894
Kantor	1500	16145.47	35.00	0.60	0.75	1255759.008
Poliklinik	300	3229.09	20.00	0.56	0.75	153766.4091
Ruang kontrol	200	2152.73	40.00	0.56	0.75	205021.8789
Laboratorium	200	2152.73	40.00	0.56	0.75	205021.8789
Proses	2200	23680.03	30.00	0.59	0.75	1605425.56
Utilitas	2420	26048.03	10.00	0.59	0.75	588656.0386
Storage and loading	6400	68887.35	10.00	0.59	0.75	1556776.3
Ruang generator	500	5381.82	10.00	0.51	0.75	140701.2894
Bengkel	500	5381.82	40.00	0.51	0.75	562805.1576
Safety	400	4305.46	41.00	1.51	1.75	66801.83073

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Gudang	2000	21527.30	5.00	0.51	0.75	281402.5788
Pemadam	400	4305.46	20.00	0.51	0.75	225122.0631
Jalan dan taman	2400	25832.76	5.00	0.55	0.75	313124.3241
Area perluasan	10000	107636.49	5.00	0.57	0.75	1258906.274
Jumlah	30910	332704.38				8984591.304

Jumlah *lumen* :

* untuk penerangan dalam ruangan = 7.119.672,31 lumen

* untuk penerangan bagian luar ruangan = 1.864.919 lumen.

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent* 40 Watt dimana satu buah lampu instant *starting daylight* 40 W mempunyai 1920 *lumen* (Tabel 18 Perry 3th ed.).

$$\begin{aligned}\text{Jadi jumlah lampu dalam ruangan} &= \frac{7.119.672,31}{1920} \\ &= 3.709 \text{ buah}\end{aligned}$$

Untuk penerangan bagian luar ruangan digunakan lampu *mercury* 100 Watt, dimana *lumen output* tiap lampu adalah 3000 *lumen* (Perry 3th ed.).

$$\begin{aligned}\text{Jadi jumlah lampu luar ruangan} &= \frac{1.864.919}{3000} \\ &= 622 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total daya penerangan} &= (40 \text{ W} \times 3.709 + 100 \text{ W} \times 622) \\ &= 210.560 \text{ W} \\ &= 210,56 \text{ kW}\end{aligned}$$

Tabel 4.4 Total Kebutuhan Listrik Pabrik

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Kebutuhan	kW
1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	2005.08
2. Listrik untuk keperluan penerangan	210.56
3. Listrik untuk AC	15.00
4. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	15.00
5. Perumahan	325.00
Total	2570.64

Generator yang digunakan sumber listrik mempunyai efisiensi 80%, sehingga generator yang disiapkan harus mempunyai *output* sebesar 3.214 kW.

Dipilih menggunakan *generator* dengan daya 5 MW, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 1.786 kW.

Spesifikasi generator yang diperlukan :

Kode : GU-01
Fungsi : Memenuhi kebutuhan listrik
Jenis : AC *generator*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 5 MW
Tegangan : 220/460 Volt
Efisiensi : 80 %
Penggerak : *gas expander*

Spesifikasi generator cadangan yang diperlukan :

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Kode	: GU-02
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan listrik
Jenis	: AC <i>generator</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 5 MW
Tegangan	: 220/460 Volt
Efisiensi	: 80 %

4.1.6. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *reaktor* yaitu sebesar 73.993,5 kg/jam. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah fuel gas.

Pemilihan fuel gas sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan :

1. Dihasilkan sendiri
2. Lebih bersih

4.1.7. Unit Pengolahan Limbah

Limbah di pabrik etilen diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu limbah padat, limbah cair, limbah gas.

4.1.7.1 Limbah padat

Limbah padat berasal dari Logam-logam bekas perbaikan, sludge dari boiler, dan resin dari unit water treatment yang telah rusak. Limbah logam hasil perbaikan akan dijual kembali, sludge dari boiler yang

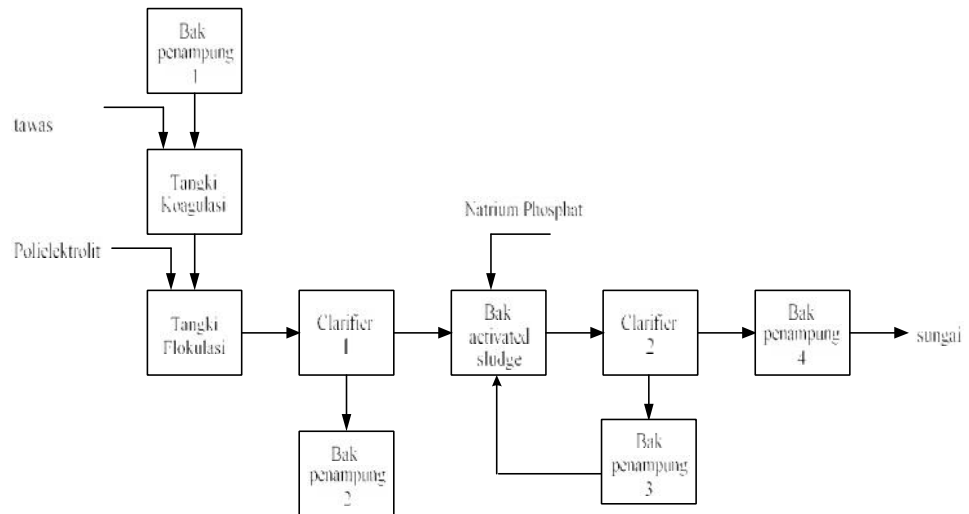
sebagian besar terdiri dari garam-garam kalsium ditimbun di dalam tanah, sedangkan sisa resin yang rusak dibakar dalam incenerator.

4.1.7.2 Limbah Cair

Limbah cair dalam pabrik etilen ini berasal dari oily water sisa air pendingin, limbah rumah tangga, dan sisa lube oil. Sisa lube oil dibakar dalam incenerator sedangkan oily water diolah terlebih dahulu sebelum dikembalikan ke laut.

Oily water yang berasal dari air pendingin dimasukkan dalam oil water separator. Minyak akan overflow secara bertingkat sedangkan air ada di bagian tengah sedangkan lumpur ada di bagian bawah. Minyak akan dialirkan dalam burn pit, *Waste water* yang dipisahkan dari minyak pada oil separator diumpankan ke *Equalization Basin* dengan laju konstan. Sebelum dikembalikan ke laut, air dialirkan melalui kanal untuk menurunkan suhunya terlebih dahulu. Setelah diperoleh suhu yang sesuai dengan baku mutu, barulah air tersebut akan dialirkan ke laut. Lumpur diambil secara berkala untuk kemudian ditimbun dalam tanah.

Air limbah rumah tangga yang berasal dari perumahan pegawai banyak mengandung berbagai senyawa baik organik maupun anorganik sehingga sebelum dibuang harus diolah terlebih dahulu. Berikut adalah cara pengolahannya



Gambar 4.3 Diagram pengolahan air limbah

1. Bak Penampung 1

Limbah cair dari berbagai sumber ditampung dari bak penampung 1. Fungsi unit ini adalah penampung sementara limbah cair sebelum dialirkan ke tangki koagulasi.

2. Tangki Koagulasi

Pada bak koagulasi ini, terjadi proses koagulasi dengan penambahan *Alumunium sulfat*. *Alumunium sulfat* akan mengikat partikel-partikel halus untuk membentuk flok-flok yang mampu mengendap di bak pengendapan. Bak koagulasi dilengkapi dengan pengaduk yang berputar cepat.

3. Tangki Flokulasi

Pada bak flokulasi ini, terjadi proses flokulasi dengan penambahan polielektrolit. *Polielektrolit* akan menarik flok-flok menjadi agregat yang lebih besar, sehingga lebih mudah untuk diendapkan. Bak flokulasi dilengkapi dengan pengaduk yang berputar lambat.

4. *Clarifier 1*

Air limbah yang mengandung partikel-partikel yang telah membentuk agregat-agregat yang lebih besar dialirkan ke *clarifier 1*. Di *clarifier 1*, sebagian besar partikel akan mengendap sedangkan sisanya akan diuraikan oleh bakteri di bak *activated sludge*. Endapan yang terbentuk dipompa menuju ke bak penampung 2

5. Bak Penampung 2

Bak penampung ini merupakan bak penampung endapan yang dipisahkan dari limbah cair pada *clarifier 1*

6. Bak *Activated Sludge*

Di dalam bak *activated sludge*, partikel atau senyawa-senyawa organik diuraikan oleh bakteri *aerob* dan disertai penambahan *nutrient* yaitu *sodium phosphat* sebagai unsur pendukung kelangsungan hidup bakteri. Hasil penguraian dialirkan menuju *clarifier 2*

7. *Clarifier 2*

Clarifier ini merupakan bak pengolahan terakhir sebelum air limbah. Lumpur aktif yang terbentuk dialirkan ke bak penampung 3, sebagian

besar dialirkan kembali ke bak *activated sludge*, karena mengandung bakteri yang akan bekerja kembali menguraikan senyawa organik. Sedangkan sisa lumpur aktifnya dibuang.

8. Bak Penampung 3

Bak penampung ini merupakan bak penampung lumpur aktif yang dipisahkan dari air limbah dari *clarifier* 2, yang mana lumpur aktif sebagian akan dialirkan kembali ke bak *activated sludge*, sebagian lagi akan dibuang.

9. Bak Penampung 4

Bak penampung ini merupakan bak penampung akhir air limbah sebelum dibuang ke sungai. Pada bak ini akan dilakukan pengecekan kelayakan terhadap air limbah. Pengecekan yang dilakukan antara lain pengecekan pH, BOD, dan COD air.

4.1.7.3 Limbah gas

Limbah gas dari pabrik etilen berasal dari flue gas dari boiler, boiler gas pada proses pengapalan, dan arus proses yang harus dibuang saat ada kerusakan alat. Limbah flue gas dari boiler langsung dibuang ke atmosfer melalui sebuah stack.

Pada proses pengisian etilen dalam tangki kapal akan terjadi proses flashing, gas hasil flashing ini akan meningkatkan tekanan dalam tangki kapal, sehingga jika terlalu banyak gas terbentuk maka tekanan akan semakin tinggi sehingga berbahaya terhadap keselamatan sehingga gas dari hasil flashing ini langsung dibuang ke marine flare sistem.

Jika ada alat yang rusak maka alat tersebut tidak dapat menerima arus proses secara optimal karena jika dipaksakan untuk menerima arus dengan kapasitas yang maksimal, maka akan berbahaya terhadap keselamatan proses dan kerja sehingga sebagian harus dibuang ke dalam flare.

4.2. Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain :

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

1. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift*. Masing – masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok *non-shift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan analisa bahan pembuangan penyebab polusi
- c. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik
2. Laboratorium analitik
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

4.2.1 Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat – sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan antara lain :

- Analisa komposisi produk utama
- Analisa komposisi produk samping
- Analisa komposisi bahan baku
- Analisa kandungan BFW (*Boiler Feed Water*)

4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk
- perlindungan terhadap lingkungan

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain:

1. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air
2. *Spektrofotometer*, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

3. *Spectroscopy*, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat dalam BFW.
4. *Infra red spectrofotometer*, untuk mengetahui kandungan kimia suatu senyawa.
5. *High Pressure Liquid chromathografi (HPLC)*, digunakan untuk menganalisa kandungan senyawa yang terbentuk dalam cairan.
6. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
7. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air

Air demineralisasi yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2), kandungan Mg^{2+} , Ca^{2+}

BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada Prarancangan Pabrik Etilen ini adalah Perseroan Terbatas. Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan dari perusahaan atau perseroan terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Pabrik Etilen yang akan didirikan mempunyai :

- » Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- » Lapangan Usaha : Industri Gas
- » Lokasi Perusahaan : Bontang, Kalimantan Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.

2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta karyawan sehingga gangguan dari luar dapat dibatasi.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, dan karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
5. Lapangan usaha lebih luas

Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
6. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.

(Djoko, 2003)

5.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem

organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain:

- ♦ Pendelegasian wewenang
- ♦ Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- ♦ Pembagian tugas kerja yang jelas
- ♦ Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- ♦ Sistem kontrol atas kerja yang telah dilaksanakan
- ♦ Organisasi perusahaan yang fleksibel

(Djoko, 2003)

Dengan berpedoman terhadap asas - asas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan *Sistem Line and Staff*. Pada sistem ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff ini, yaitu:

1. Sebagai garis atau lini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

2. Sebagai staff, yaitu orang - orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran - saran kepada unit operasional.

(Djoko, 2003)

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, sedangkan dalam pelaksanaan tugas sehari - harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara itu tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan administrasi. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing - masing seksi. (Gunawan, 2003)

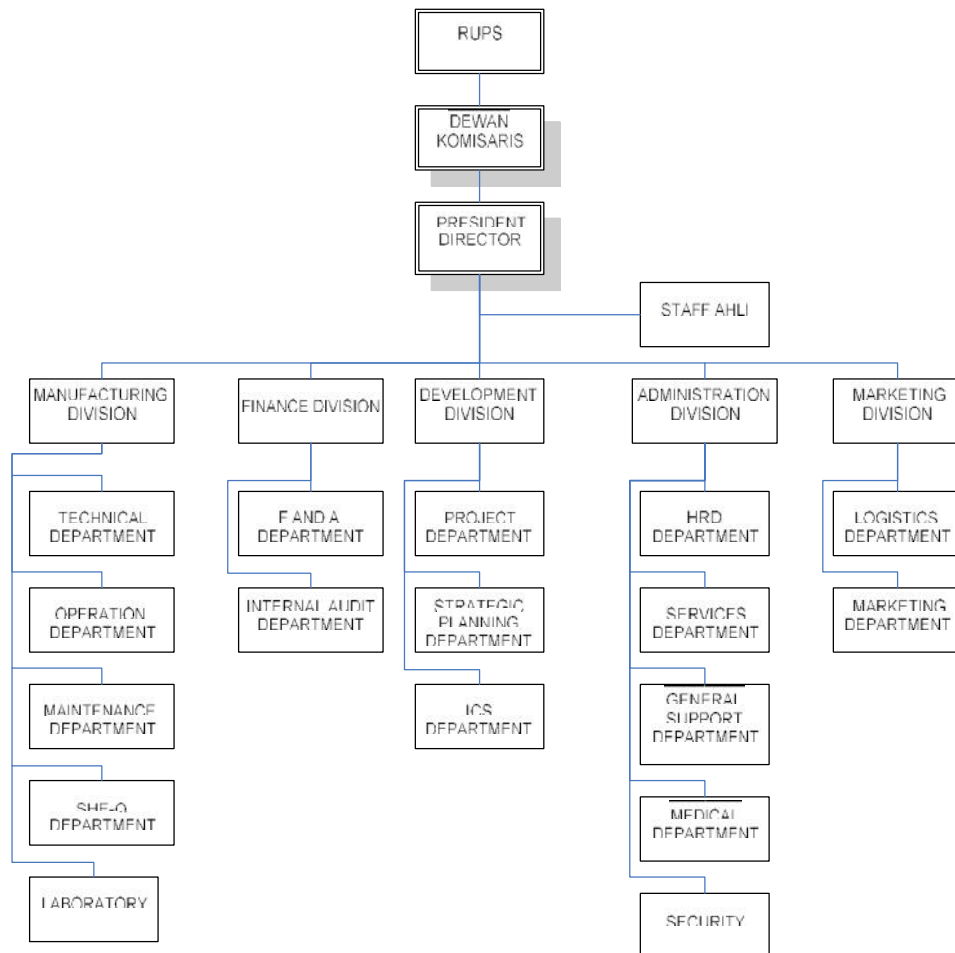
Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.

Struktur organisasi pabrik etilen sebagai berikut :



Gambar 5.1 Struktur organisasi pabrik *Ethylene*

5.3 Tugas dan Wewenang

5.3.1 Pemegang Saham

Pemegang Saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan

tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direksi
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta laba rugi tahunan perusahaan

5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

- * Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber - sumber dana dan pengarahannya pemasaran
- * Mengawasi tugas - tugas direksi
- * Membantu direksi dalam tugas - tugas penting

(Gunawan, 2003)

5.3.3 Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan.

Direktur utama membawahi divisi-divisi yang masing-masing dipimpin seorang direktur. Divisi-divisi tersebut antara lain:

5.3.3.1 *Manufacturing Division*

Manufacturing Division bertanggung jawab atas kelancaran pengolahan dan perawatan pabrik. Divisi ini terbagi atas lima departemen, yaitu:

1. *Technical Department*

Technical Department bertanggung jawab untuk memberikan bantuan teknis kepada semua departemen yang berkaitan dengan kelancaran dan efisiensi kilang. Bentuk bantuan itu antara lain berupa:

- *Troubleshooting* untuk permasalahan-permasalahan yang memerlukan analisa yang mendalam.
- Perencanaan produksi berdasarkan permintaan.
- *Quality Assurance/Quality Control*, yaitu memberikan jaminan mutu dari obyek yang diverifikasi dan yang diperiksa secara fisik sejak mulai dari studi kelayakan hingga beroperasinya peralatan-peralatan tersebut, serta pengendalian kualitas produksi etilen berdasarkan hasil laboratorium.
- *Project Engineering*, yaitu melakukan modifikasi-modifikasi terhadap peralatan pabrik untuk meningkatkan kehandalan dan efisiensi.

2. *Operation Department*

Tugas departemen ini adalah menjalankan dan mengendalikan proses pengolahan refinery gas menjadi etilen mulai dari penerimaan gas umpan, pemrosesan gas, penyimpanan, hingga pengapalan selama 24 jam sehari.

3. *Maintenance Department*

Maintenance Department bertanggung jawab atas perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan peralatan baik di dalam dan luar plant. Filosofi departemen ini adalah pemeliharaan peralatan plant untuk mendapatkan hasil aman (*safe*), handal (*reliable*), efisien, serta meningkatkan kemampuan karyawan untuk menghadapi teknologi maju.

4. *Safety Health and Environmental Quality (SHE-Q)*

Bertanggungjawab atas keselamatan yang berhubungan dengan pengoperasian, perencanaan, pengawasan dan pemeliharaan pabrik, serta keselamatan karyawan seperti penanggulangan kebakaran dan pengawasan terhadap kelengkapan peralatan keselamatan kerja

5. *Laboratory*

Bertanggungjawab mengontrol kualitas produk etilen, bahan baku, dan limbah

5.3.3.2 *Finance Division*

1. *Finance and Accounting Department*

Bertanggungjawab atas pengelolaan administrasi keuangan dan transaksi perusahaan serta membuat pembukuan perusahaan.

2. *Internal Audit Department*

Bertanggung jawab atas audit internal berupa audit keuangan dan aset perusahaan.

5.3.3.3 *Development Division*

Development Division bertanggungjawab atas proyek-proyek modifikasi dan perluasan pabrik yang dapat ditangani perusahaan serta pengelolaan data untuk seluruh keperluan pabrik. *Development Division* terdiri dari tiga departemen, yaitu:

1. *Project Department,*

Project Department bertanggungjawab atas jadwal perencanaan proyek-proyek di perusahaan, pengontrolan keuangan yang dialokasikan pada proyek serta pelaksanaan proyek yang dilaksanakan oleh *Development Division*.

2. *Information and Communication System Department, ICS,*

ICS Department bertugas melaksanakan sistem pengelolaan data informasi, pengelolaan sistem telekomunikasi di lingkungan perusahaan dan pengelolaan perpustakaan.

3. *Strategic Planning Department*

Strategic Planning Department bertugas untuk membantu departemen lain dalam mengadakan perencanaan dan pelaksanaan suatu proyek yang dilaksanakan oleh kontraktor di perusahaan, melakukan evaluasi pelaksanaan kepada sistem manajemen perusahaan terhadap adanya perluasan pabrik yang berskala besar dan juga sebagai koordinator.

5.3.3.4 *Administration Division*

Administration Division bertanggung jawab atas pengelolaan sumber daya manusia, manajemen, meningkatkan kemampuan dan kesejahteraan karyawan. Divisi ini dibagi menjadi empat departemen dan satu bagian non-departemen :

1. *Human Resources and Development*

Human Resources and Development bertanggung jawab atas masalah kepegawaian dan peningkatan kemampuan para karyawan.

2. *Services Department*

Services Department bertanggung jawab atas penyediaan fasilitas yang layak bagi karyawan dan keluarga, seperti perumahan, sarana olahraga dan hiburan.

3. *Medical Department*

Medical Department bertanggung jawab atas kesehatan bagi para karyawan dan keluarga.

4. *General Support Department*

General Support Department bertanggung jawab atas pelayanan sarana dan prasarana secara menyeluruh untuk karyawan dan keluarga dan masyarakat luas.

5. *Security*

Security bertanggung jawab atas keamanan baik di kilang maupun di perumahan para karyawan.

(PT. Badak NGL Bontang)

5.3.3.5 Marketing Division

Marketing division bertanggung jawab atas penjualan produk maupun pengadaan barang-barang yang diperlukan perusahaan, baik untuk keperluan produksi atau keperluan non teknis. Divisi ini dibagi atas:

1. *Logistic Department*

Departemen ini bertanggung jawab atas pengadaan barang atau peralatan yang digunakan oleh perusahaan serta penyimpanannya

2. *Marketing division*

Marketing division bertanggung jawab atas perencanaan strategi penjualan hasil produksi dan pengaturan distribusi hasil produksi.

5.3.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur

utama sesuai dengan bidang keahlian masing - masing. Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan - masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran - saran dalam bidang hukum.

(Djoko, 2003)

5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik etilen direncanakan beroperasi 350 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu :

5.4.1 Karyawan non shift

Karyawan non *shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor.

Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- Hari Senin – Kamis : Jam 07.00 – 16.00
- Hari Jum'at : Jam 07.00 – 17.00

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.30 – 13.30

5.4.2 Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian - bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gedung dan bagian - bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam dengan pengaturan sebagai berikut :

Shift Pagi : Jam 07.00 – 15.00

Shift Sore : Jam 15.00 – 23.00

Shift Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 regu (A/B/C/D) dimana tiga regu bekerja dan satu regu istirahat serta dikenakan secara bergantian. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang masuk tetap harus masuk.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Tabel 5.1 Jadwal pembagian kelompok *shift*

Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	D	D	A	A	B	B	C	C	C	D
Sore	C	C	D	D	A	A	B	B	B	C
Malam	B	B	C	C	D	D	A	A	A	B
<i>Off</i>	A	A	B	B	C	C	D	D	D	A

Tgl	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pagi	D	A	A	B	B	B	C	C	D	D
Sore	C	D	D	A	A	A	B	B	C	C
Malam	B	C	C	D	D	D	A	A	B	B
<i>Off</i>	A	B	B	C	C	C	D	D	A	A

Tgl	21	22	23	24	25	26	27	28
Pagi	A	A	A	B	B	C	C	D
Sore	D	D	D	A	A	B	B	C
Malam	C	C	C	D	D	A	A	B
<i>Off</i>	B	B	B	C	C	D	D	A

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah

absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan.

(Djoko, 2003)

5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada pabrik ini sistem upah karyawan berbeda - beda tergantung pada status, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu :

5.5.1 Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

5.5.2 Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

5.5.3 Karyawan Borongan (Kontraktor)

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

5.6.1 Penggolongan Jabatan

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| 1. Presiden Direktur | : Sarjana Ekonomi / Teknik / Hukum |
| 2. Kadiv Produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 3. Kadiv Keuangan | : Sarjana Ekonomi |
| 4. Kadiv Pengembangan | : Sarjana Teknik Kimia Teknik |

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

	Industri
5. Kadiv Administrasi	: Sarjana Ekonomi
6. Kadiv Pemasaran	: Sarjana Ekonomi
7. Kepala Bagian Operasi	: Sarjana Teknik Kimia
8. Kepala Bagian Teknik	: Sarjana Teknik Kimia / Mesin / Elektro
9. Kepala Bagian Maintenance	: Sarjana Teknik Mesin Elektro
10. Kepala SHE-Q	: Sarjana Keselamatan Kerja
11. Kepala Bagian Laboratorium	: Sarjana Kimia
12. Kepala Bagian Audit	: Sarjana Ekonomi / Teknik Kimia
13. Kepala Bagian Keuangan	: Sarjana Ekonomi
14. Kepala Bagian Project	: Sarjana Ekonomi/Hukum
15. Kepala Bagian Strategis	: Sarjana Teknik Industri
16. Kepala Bagian Komunikasi	: Sarjana Informatika
17. Kepala Bagian Logistik	: Sarjana Teknik Industri
18. Kepala Bagian HRD	: Sarjana Muda
19. Kepala Bagian Services	: Sarjana Muda
20. Kepala Bagian Umum	: Sarjana Muda
21. Kepala Bagian Medis	: Dokter
22. Operator	: D3 atau STM
23. Sekretaris	: D3 Sekretaris atau SMEA
24. Tenaga Kesehatan	: Dokter atau Perawat
25. Sopir, Keamanan, Pesuruh	: SLTA / Sederajat

5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif

Tabel 5.2 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Presiden Direktur	1
2	Kadiv Produksi	1
3	Kadiv Keuangan	1
4	Kadiv Pengembangan	1
5	Kadiv Administrasi	1
6	Kadiv Pemasaran	1
7	Staff Ahli	10
8	Litbang	15
9	Sekretaris	4
10	Kepala Bagian Operasi	1
11	Kepala Bagian Teknik	1
12	Kepala Bagian Maintenance	1
13	Kepala SHE-Q	1
14	Kepala Bagian Laboratorium	1
15	Kepala Bagian Audit	1
16	Kepala Bagian Keuangan	1

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

17	Kepala Bagian Project	1
18	Kepala Bagian Strategis	1
19	Kepala Bagian Komunikasi	1
20	Kepala Bagian Logistik	1
21	Kepala Bagian Pemasaran	1
22	Kepala Bagian HRD	1
23	Kepala Bagian Services	1
24	Kepala Bagian Umum	1
25	Kepala Bagian Medis	1
26	Karyawan Operasi (Operator)	24
27	Karyawan Operasi (non Operator)	16
28	Karyawan Teknik (Engineer)	10
29	Karyawan Teknik (non engineer)	15
30	Karyawan Maintenance	10
31	Karyawan SHE-Q	10
32	Karyawan Laboratorium	10
33	Karyawan Audit	2
34	Karyawan Keuangan	5
35	Karyawan Project	10
36	Karyawan Strategis	4
37	Karyawan Komunikasi	2
38	Karyawan Logistik	5
39	Karyawan Pemasaran	5

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

40	Dokter	5
41	Perawat	9
42	Sopir	6
43	Pesuruh	14
44	Security	24
	Total	238

Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/Bulan	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	Rp. 50.000.000,00	S1/S2/S3
II.	Kadiv	Rp. 30.000.000,00	S1/S2
III.	Staff Ahli	Rp. 10.000.000,00	S1/S2
IV.	Kepala Bagian	Rp. 15.000.000,00	S1
V.	Engineer	Rp. 10.000.000,00	S1
VI.	Operator	Rp. 5.000.000,00	D3/STM
VII.	Sekretaris	Rp. 2.500.000,00	D3/ SMEA
VIII.	Karyawan Biasa	Rp. 2.000.000 - 3.000.000	SLTA/D1/D3

5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain:

5.7.1 Gaji Pokok

Diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan

5.7.2 Tunjangan

Berupa tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan dan tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jam lembur.

5.7.3 Cuti

Cuti tahunan yang diberikan kepada karyawan selama 12 hari dalam 1 tahun. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

5.7.4 Pakaian Kerja

Diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah tiga pasang.

5.7.5 Pengobatan

Bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang - undang yang berlaku. Bagi karyawan yang menderita sakit tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijakan perusahaan.

5.7.6 Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

5.8 Manajemen Perusahaan

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor - faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar penyimpangan produksi dapat dihindari.

Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

5.8.1 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada direktur keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

1. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

» Bahan Baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai jumlah produk yang diinginkan.

» Tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja sesuai dengan yang diinginkan.

» Peralatan

Dipengaruhi oleh keandalan dan kemampuan mesin yaitu jam kerja efektif dan beban yang diterima.

2. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- * Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- * Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

5.8.2 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan

produk dengan mutu sesuai dengan standard dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu sesuai jadwal.

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal - hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama.

Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi. Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus mencukupi sehingga diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

BAB VI ANALISA EKONOMI

Perancangan pabrik etilen ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini dapat menguntungkan atau tidak. Yang terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga dari alat - alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

6.1 Penafsiran Harga Peralatan

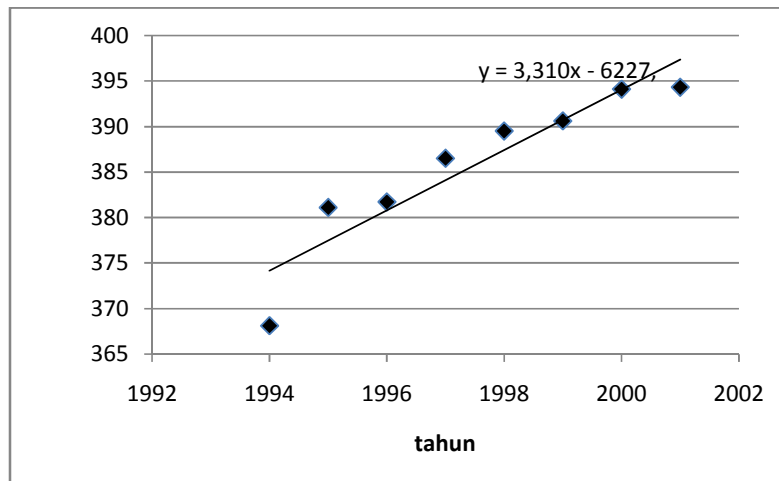
Harga peralatan proses tiap alat tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat dari data peralatan serupa tahun-tahun sebelumnya. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Tabel 6.1 Indeks Harga Alat

<i>Cost Indeks tahun</i>	<i>Chemical Engineering Plant Index</i>
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

(Peters & Timmerhaus, 2003)



Gambar 6.1 Grafik Linierisasi Index Harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3.310 X - 6227$$

Tahun 2013 adalah tahun ke 20, sehingga indeks tahun 2013 adalah 436,03.

Harga alat dan yang lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2013) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

$$E_y = E_x \cdot \frac{N_y}{N_x}$$

E_y = Harga pembelian pada tahun 2013

E_x = Harga pembelian pada tahun 2002

N_y = Indeks harga pada tahun 2013

N_x = Indeks harga pada tahun 2002

(Peters & Timmerhaus, 2003)

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	: 400.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	: 350 hari
Pabrik didirikan	: 2013
Harga bahan baku refinery gas	: US \$ 4,1/MMBTU
Harga etien	: US \$ 1100/ton
Harga butana	: US \$ 380/ m ³
Harga fuel gas	: US \$ 4,1/MMBTU

6.3 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi - asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2015. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
2. Kapasitas produksi adalah 400.000 ton/tahun
3. Jumlah hari kerja adalah 350 hari per tahun
4. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 15 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
5. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan
6. Umur alat - alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
7. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah 0.
8. Situasi pasar, biaya dan lain - lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
9. Upah buruh asing US \$ 10 per *manhour*
10. Upah buruh lokal Rp. 30.000,00 per *manhour*
11. Satu *manhour* asing = 3,2 *manhour* Indonesia
12. Kurs rupiah yang dipakai Rp. 10.000,00

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

6.4 Hasil Perhitungan

6.4.1 *Fixed Capital Investment (FCI)*

Tabel 6.2 *Fixed Capital Investment*

No	Keterangan	US \$	Rupiah	Total (Rupiah)
1	Purchase equipment cost	96.261.636		962.616.355.564
2	instalasi	5.641.379	129.303.972.750	185.717.766.872
3	pemipaan	9.402.299	63.801.335.000	157.824.327.869
4	instrumentasi	5.439.902	4.040.763	54.403.058.066
5	isolasi	1.343.186	21.267.080.000	34.698.936.124
6	listrik	3.581.828	8.506.842.212	44.325.125.210
7	bangunan	13.431.856		134.318.561.242
8	tanah dan perbaikan	6.715.928	200.000.000.000	267.159.280.621
9	utilitas	16.966.413		169.664.132.450
<i>Physical Plant Cost</i>		158.784.427	422.883.270.725	2.010.727.544.018
10.	<i>Engineering & Construction</i>	39.696.107	105.720.817.681	502.681.886.004
<i>Direct Plant Cost</i>		198.480.534	528.604.088.407	2.513.409.430.022
11.	<i>Contractor's fee</i>	19.848.053	52.860.408.841	251.340.943.002
12.	<i>Contingency</i>	49.620.134	132.151.022.102	628.352.357.505
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		267.948.721	713.615.519.349	3.393.102.730.529

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

6.4.2 Working Capital Investment (WCI)

Tabel 6.3 Working Capital Investment

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Persediaan Bahan baku	830.176	-	8.301.758.246
2.	Persediaan Bahan dalam proses	139.520	162.349.458	1.557.549.888
3.	Persediaan Produk	30.694.409	35.716.880.849	342.660.975.440
4.	<i>Extended Credit</i>	87.866.369	-	342.660.975.440
5.	<i>Available Cash</i>	30.694,409	35.716.880.849	357.511.469.461.778
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>		149,394,708	71,596,111,156	1.565.543.188.727

6.4.3 Total Capital Investment (TCI)

$$\text{TCI} = \text{FCI} + \text{WCI} = \text{Rp} \quad 4.958.645.919.257$$

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

6.4.4 Direct Manufacturing Cost (DMC)

Tabel 6.4 Direct Manufacturing Cost

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Harga Bahan Baku	826.582	-	8.265.819.898
2.	Gaji Pegawai	-	6.024.000.000	6.024.000.000
3.	Supervisi	-	2.880.000.000	2.880.000.000
4.	<i>Maintenance</i>	18.756.410	46.385.008.758	233.949.113.540
5.	<i>Plant Supplies</i>	3.751.282	9.277.001.752	46.789.822.708
6.	<i>Royalty & Patent</i>	52.719.821	-	527.198.212.775
7.	Utilitas	80.529.610	214.084.655.805	1.019.380.751.919
<i>Direct Manufacturing Cost</i>		156.583.705	278.650.666.314	1.844.487.720.843

6.4.5 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Tabel 6.5 Indirect Manufacturing Cost

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	<i>Payroll Overhead</i>	-	1.204.800.000	1.204.800.000
2.	<i>Laboratory</i>	-	1.204.800.000	1.204.800.000
3.	<i>Plant Overhead</i>	-	4.819.200.000	4.819.200.000
4.	<i>Packaging & Shipping</i>	158.159.464	-	1.581.594.638.327
<i>Indirect Manufacturing Cost</i>		158.159.464	7.228.800.000	1.588.823.438.327

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

6.4.6 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 6.6 Fixed Manufacturing Cost

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Depresiasi	21.435.898	57.089.241.548	271.448.218.442
2.	<i>Property Tax</i>	5.358.974	14.272.310.387	67.862.054.610
3.	Asuransi	26.794.872	71.361.551.935	339.310.273.053
<i>Fixed Manufacturing Cost</i>		53.589.744	142.723.103.870	678.620.546.105

6.4.7 Total Manufacturing Cost (TMC)

$$\begin{aligned} \text{TMC} &= \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC} \\ &= \text{Rp. 4.111,931.705.276} \end{aligned}$$

6.4.8 General Expense (GE)

Tabel 6.7 General Expense

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Administrasi	-	5.875.000.000	5.875.000.000
2.	<i>Sales</i>	316.318.928	-	3.163.189.276.654
3.	<i>Research</i>	42.175.857	-	421.758.570.220
4.	<i>Finance</i>	17.903.321	5.376.407.055	184.409.618.152
<i>General Expense (GE)</i>		376.398.106	11.251.407.055	3.775.232.465.027

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

6.4.9 Total Production Cost (TPC)

$$\text{TPC} = \text{TMC} + \text{GE} = \text{Rp. 7.887.164.170.302}$$

6.4.10 Analisa Kelayakan

a. Fixed manufacturing Cost (Fa)

Depresiasi	=	Rp	325.737.862.130
Property Tax	=	Rp	65.147.572.426
Asuransi	=	Rp	325.737.862.130
Fa	=	Rp	716.623.296.688

b. Variabel Cost (Va)

Raw material	=	Rp	1.054.396.426
Packaging + transport	=	Rp	2.108.792.851.103
Utilitas	=	Rp	978.663.519.154
Royalti	=	Rp	52.719.821
Va	=	Rp	3.088.563.486.503

c. Regulated Cost (Ra)

Labor	=	Rp	6.024.000.000
Supervisi	=	Rp	2.880.000.000
Payroll Overhead	=	Rp	1.204.800.000
Plant Overhead	=	Rp	4.819.200.000
Laboratorium	=	Rp	1.204.800.000
General Expense	=	Rp	3.778.857.373.853
Maintenance	=	Rp	224.591.148.999
Plant Supplies	=	Rp	33.688.672.350
Ra	=	Rp	4.054.474.795.202

d. Penjualan (Sa) = Rp 10.543.964.255.514

$$\text{BEP} = (\text{Fa} + 0,3 \text{ Ra}) / (\text{Sa} - \text{Va} - 0,7 \text{ Ra}) \times 100 \%$$

$$\text{BEP} = 41,86 \%$$

$$\text{SDP} = ((0,3 \text{ Ra}) / (\text{Sa} - \text{Va} - 0,7 \text{ Ra})) \times 100 \%$$

$$\text{SDP} = 26,34 \%$$

e. Per Cent Return on Investment (% ROI)

$$\% \text{ROI} = \frac{\text{profit}}{\text{investment}} \times 100\%$$

%ROI sebelum pajak

Profit sebelum pajak	=	Rp	2.149.945.760.693
FCI	=	Rp	3.257.378.621.309

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

% ROI sebelum pajak	=	66%
---------------------	---	-----

%ROI setelah pajak

Pajak 25% (UUPPh, 2010)	=	Rp	537.486.440.173
Profit setelah pajak	=	Rp	1.612.459.320.520
% ROI	=		49.5 %

f. Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{FCI}{(\text{Profit} + \text{depresiasi})}$$

POT sebelum pajak

FCI	=	Rp	3.257.378.621.309
Profit sebelum pajak	=	Rp	2.149.945.760.693
Depresiasi	=	Rp	325.737.862.131
POT	=	1.32	tahun

POT Setelah pajak

Profit setelah pajak	=	Rp	1.612.459.320.520
POT	=	1.7	tahun

g. Discounted Cash Flow (DCF)

Future value analysis

Persamaan:

$$(FC+WC)(1+i)^n = WC + SV + C((1+i)^{n-3} + (1+i)^{n-4} + \dots + (1+i)^0)$$

FC	=	Rp	3.257.378.621.309
WC	=	Rp	1.649.605.375.212
SV = salvage value	=	Rp	0
Finance	=	Rp	188.034.526.979
diperkirakan umur pabrik	=	10	Tahun
N	=	12	Tahun
C=laba setelah pajak+finance + besarnya depresiasi	=	Rp	2.126.231.709.629

dilakukan trial harga i untuk memperoleh harga kedua sisi persamaan sama .

dengan trial and error diperoleh nilai i	=	0,2591
	=	25,91 %

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Tabel 6.9 Analisa Kelayakan

Keterangan	Perhitungan	Batasan
1. Persen Return of Investment (% ROI)		
ROI sebelum pajak	66.00%	min. 10 % (Untuk resiko tinggi)
ROI setelah pajak	49.50%	-
2. Pay Out Time (POT)		
POT sebelum pajak,	1.32	maks.2 th (untuk resiko tinggi)
POT setelah pajak	1.68	-
3. Break Even Point (BEP)	41.86%	40 - 60 %
4. Shut Down Point (SDP)	26.34%	-
5. Discounted Cash Flow (DCF)	25.91%	12.6%

KESIMPULAN

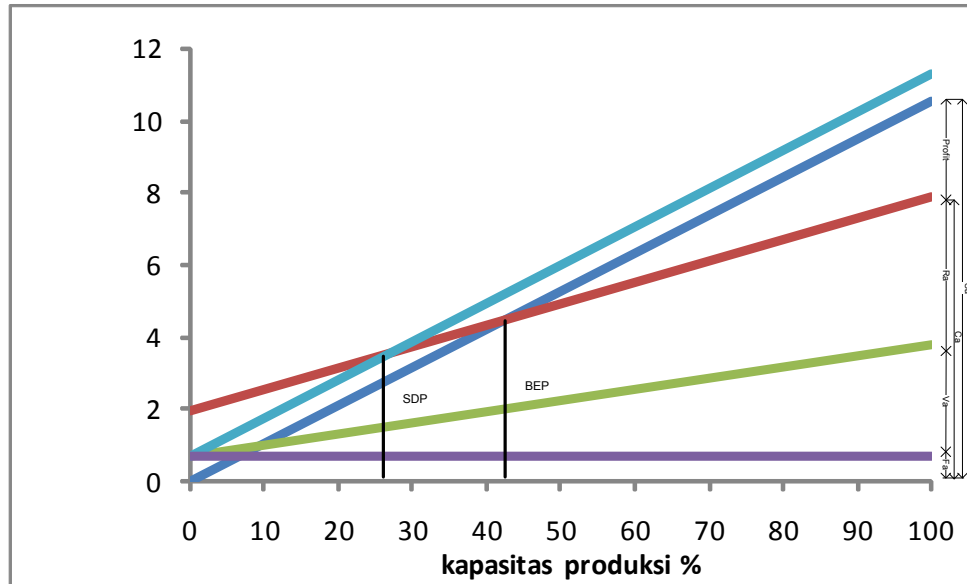
Analisa yang dilakukan untuk mendapatkan beberapa parameter kelayakan ekonomi, antara lain :

1. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 66 %
2. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,32 tahun
3. *Break Event Point* (BEP) sebesar 41,86 %
4. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 26,34 %
5. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 25,91 %

Dari parameter yang dianalisa didapatkan nilai yang memenuhi batasan untuk setiap parameternya, sehingga pabrik ini dapat dinyatakan layak didirikan secara ekonomi untuk pabrik beresiko tinggi.

**Prarancangan Pabrik *Ethylene*
Dari *Refinery Gas*
Kapasitas 400.000 ton/tahun**

Grafik hasil analisa ekonomi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 6.2 Grafik Analisa Kelayakan

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw-Hill Book Company, New York
- Branan, C. P., 1994, *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, Gulf Publishing Company, Texas
- Brownell, L.E., Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design Vessel Design*, Michigan
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1989, *An Introduction to Chemical Engineering*, Allyn and Bacon Inc., Massachusets
- Djoko, P., 2003, *Komunikasi Bisnis*, edisi 2, Erlangga, Jakarta
- Fogler, S.H., 1999, *Element of Chemical Reaction Engineering*, Prentice Hall PTR, New Jersey
- Geankoplis, C.J., 2003, *Transport Processes and Unit Operations*, 4nd ed., Prentice-Hall International, Tokyo
- Gunawan, W., 2003, *Tanggung Jawab Direksi atas Kepailitan Perseroan*, Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Inaplas, 2009, Asosiasi Industri Olefin, Aromatik & Plastik Indonesia, www.inaplas.org
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, McGraw Hill International Book Company, Singapore
- Keyes, D.B., Faith, W.L., and Clark, R.L., 1961, *Indusrtial Chemical*, John Willey and Sons Inc, London
- Kirk, R.E., and Othmer, V.R., 1950, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4th ed, John Wiley & Sons Inc., New York

- Ludwig, E.E., 1965, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, volume 3, Gulf Publishing Company, Houston
- Operation Team, 2010, *Handbook of Operation PT Badak NGL Bontang*, PT Badak NGL, Bontang
- Perry, R.H., and Green, D., 1997, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th ed., McGraw Hill Companies Inc., USA
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West, R.E., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th ed., Mc-Graw Hill, New York.
- Qatargas and Chubu, 2010, www.allbusiness.com/mining
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., 2001, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 6th ed, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York
- Smith, R., 2005, *Chemical Process Design and Integration*, John Wiley and Sons Ltd, Chichester
- Ullrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley & Sons, New York
- United Nations Statistics Division, 2009, *UN Data A World of Information*, www.data.un.org
- Vilbrandt, F.C., Dryden, C.E., 1959, *Chemical Engineering Plant Design*, 4th ed., McGraw-Hill Book Company, Japan
- Walas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, 3rd ed., Butterworths Series in Chemical Engineering, USA
- Wankat, P.C., 1944, *Equilibrium Staged Separations*, Prentice Hall PTR, New Jersey
- Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill Companies Inc., USA